

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2004年5月21日 (21.05.2004)

PCT

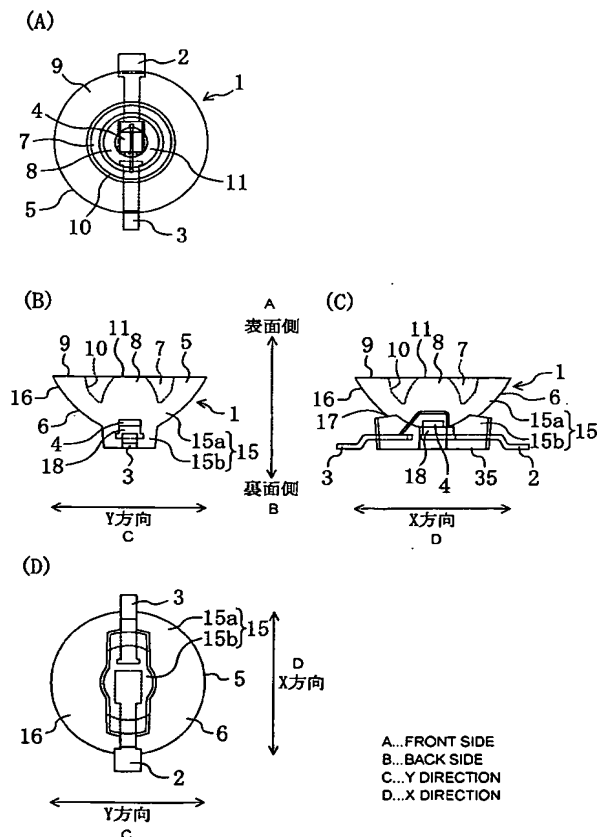
(10) 国際公開番号  
WO 2004/042833 A1

- (51) 国際特許分類: H01L 33/00
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2003/014048
- (22) 国際出願日: 2003年11月4日 (04.11.2003)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
- |               |                         |    |
|---------------|-------------------------|----|
| 特願2002-320889 | 2002年11月5日 (05.11.2002) | JP |
| 特願2003-286672 | 2003年8月5日 (05.08.2003)  | JP |
| 特願2003-286673 | 2003年8月5日 (05.08.2003)  | JP |
| 特願2003-296065 | 2003年8月20日 (20.08.2003) | JP |
| 特願2003-299590 | 2003年8月25日 (25.08.2003) | JP |
| 特願2003-308564 | 2003年9月1日 (01.09.2003)  | JP |
| 特願2003-308563 | 2003年9月1日 (01.09.2003)  | JP |
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 松下電器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒571-8501 大阪府門真市大字門真 1006番地 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 池田 忠昭 (IKEDA, Tadaaki) [JP/JP]; 〒899-2503 鹿児島県日置郡伊集院町妙円寺 1-7 3-1 6 Kagoshima (JP). 徳富 眞治 (TOKUTOMI, Shinji) [JP/JP]; 〒899-2503 鹿児島県日置郡伊集院町妙円寺 1-1 1 1-4 Kagoshima (JP). 古閑 憲昭 (KOGA, Noriaki) [JP/JP]; 〒890-0003 鹿児島県鹿児島市伊敷町 3 1 0 8-2-4 0 1 Kagoshima (JP).
- (74) 代理人: 前田 弘, 外 (MAEDA, Hiroshi et al.); 〒550-0004 大阪府大阪市西区靱本町 1 丁目 4 番 8 号 本町中島ビル Osaka (JP).

/続葉有/

(54) Title: LIGHT-EMITTING DIODE

(54) 発明の名称: 発光ダイオード



(57) Abstract: A light-emitting diode (1) comprises a semiconductor light-emitting device (4) mounted on the front surfaces of lead frames (2, 3) and a light-transmitting resin package (5) covering the front side of the semiconductor light-emitting device (4). A front side portion of the resin package (5) is provided with a convex lens portion (8) for focusing lights emitted from the semiconductor light-emitting device (4) to the front side. A portion of the convex lens (8) which intersects with the optical axis of the convex lens (8) is formed as a circular plane portion (11) for spreading lights emitted from the semiconductor light-emitting device (4) to lateral directions. The lateral portion of the convex lens (8) surrounds the periphery of the circular plane portion (11), and a concave portion (7) is provided so as to surround the side of the convex lens. The lateral portion of the convex lens serves as a part of the side wall of the concave portion (7).

(57) 要約: 本発明の発光ダイオード1は、リードフレーム2, 3の表面上に搭載された半導体発光素子4と、半導体発光素子4の表側を覆う光透過性の樹脂パッケージ5とを備えている。樹脂パッケージ5の表面部には、半導体発光素子4から出射された光を表側に集光する凸レンズ部8が設けられ、凸レンズ部8のうち凸レンズ部8の光軸と交差する部分には、半導体発光素子4から出射された光を側方に拡げる円状平面部11が設けられている。凸レンズ部8のうち円状平面部11の側方を囲む部分は凸レンズ側面部であって、凸レンズの側方を囲む部分には、凸レンズ側面部を側壁の一部とする凹部7が設けられている。



(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ

特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

## 明細書

### 発光ダイオード

#### 技術分野

本発明は、半導体発光素子と半導体発光素子を覆う透光性の樹脂パッケージとを備えた発光ダイオードに関する。

#### 背景技術

近年では、国内の携帯電話としてはカメラ付きのものが主流となりつつあり、このため、暗い所でも写真撮影可能な小型、薄型かつ高輝度のストロボ光源が求められている。この要求を満たす光源としては発光ダイオード（LED）が最も有力であるが、発光ダイオードを通常の状態で使用すると輝度が不足していることが多く、この輝度不足を解消するために、半導体発光素子を覆う樹脂パッケージにレンズとしての機能を持たせる試みが行われている。

樹脂パッケージをレンズとして用いる例としては以下のような構造がある。特開平 1 - 2 7 3 3 6 7 号公報（第 1 - 4 頁、第 3 図）（文献 1 と呼ぶ）に開示されている構造は、リード部材上に搭載された半導体発光素子を樹脂パッケージで覆い、この樹脂パッケージの凸面状の表面に鍍金を施して凹面鏡を形成し、この凹面鏡の表面で光を反射して、裏側に光を取り出して集光する構造である。

特開平 8 - 3 0 6 9 5 9 号公報（第 2 - 3 頁、第 2 図）（文献 2 と呼ぶ）に開示されている構造は、リード部材上に搭載された半導体発光素子を樹脂パッケージで覆い、この樹脂パッケージの光取り出し面に、凹部とこの凹部の内側に形成した凸レンズ部とを形成し、半導体発光素子の正面方向に出射された光を凸レンズ部を介して取り出し、集光する構造である。

意匠登録第 7 3 7 0 4 4 号の類似第 1 号公報（文献 3 と呼ぶ）に開示されている構造は、樹脂パッケージの光取り出し面に、凹部と、凹部の内側に形成した 2 つの凸レンズ部とが設けられた構造である。

実開昭 5 2 - 7 5 8 0 号公報（第 1 - 8 頁、第 6 図）（文献 4 と呼ぶ）に開示されている構造は、基板の表面に発光ダイオードと合成樹脂からなる透明部とを有し、透明部によって発光ダイオードの放光を全反射する構造である。

意匠登録第 1 0 5 1 3 9 6 号公報（A - A 線断面図）（文献 5 と呼ぶ）に開示されている構造は、リード部材に搭載された半導体発光素子を樹脂パッケージで覆い、リード部材

を裏側に突出させ、樹脂パッケージの基部を円筒状に形成してリード部材を保持し、樹脂パッケージの先部を、表側に向かって除々に拡張するように形成した構造である。そして、半導体発光素子から側方に出射された光を、樹脂パッケージの先部の周面で表側に全反射させる構造である。

### 解決課題

しかしながら、従来の発光ダイオードにおいては、半導体発光素子からの光を光取り出し面から効率よく発することができず、輝度が向上しないという不具合があった。具体的には、文献2に開示された発光ダイオードでは、半導体発光素子から側方に出射された光は、樹脂パッケージの側面からそのまま外部にでてしまうので、無駄が多い。また、文献3に開示された発光ダイオードでは、2つの半導体発光素子を用いており、半導体発光素子から表側に出射された光を2つの凸レンズ部によって集光することができるが、側方に出射された光は、樹脂パッケージの側面上から外側に出てしまうため、やはり無駄が大きくなってしまう。

また、従来の発光ダイオードでは、均一な発光ができないという不具合もあった。具体的には、文献1に開示された発光ダイオードでは、凹面鏡で反射させた光が半導体発光素子およびこれを支持するリード部材に当たり遮断されるため、照射範囲の中央部が暗くなり、均一な発光ができない。また、文献2に開示された発光ダイオードでは、凸レンズを用いているので、照射範囲の中央部が明るくなりすぎ、やはり均一な発光ができない。

また、従来の発光ダイオードでは、リードフレーム等の保持部材から、樹脂パッケージが剥離しやすいという不具合もある。具体的には、文献1に開示された構造では、鍍金や金属蒸着によって金属反射面を形成すると、樹脂パッケージと金属膜の接合が、表面実装時のリフロー加熱や熱衝撃試験等により剥離してしまう。また、文献4に開示された発光ダイオードでは、基板上の透明部の先部が基部よりも大きくなり、基部が基板から剥離しやすくなってしまう。

また、従来の発光ダイオードでは、高密度実装や微細化ができないという不具合もあった。具体的には、文献5に開示された構造では、表面実装を行う装置に適用することができず、高密度実装ができない。さらに、半導体発光素子を搭載するリードフレームの基部には幅広部が裏側に向かって伸びているので、樹脂パッケージの基部の光軸方向における長さが長くなり、発光ダイオード全体の厚みも厚くなってしまうため、薄型化が要求される機器に使用することができない。また、文献1に開示された構造では、直径を小さくす

ると発光面積に対する遮断面の割合が相対的に大きくなるので、小型化に対応できない。

さらに、従来の発光ダイオードでは、リード部材の配置によって、発光ダイオードを回路基板等に搭載する向きが制約されるという不具合もあった。具体的には、文献 1 に開示された発光ダイオードでは、リード部材をまとめて一側方に引き出しているため、回路基板に取付けるときにリード部材を異なる向きに接続することができない。また、文献 2 に開示された発光ダイオードでは、3つの端子を両側に非対称に配置しているので、これを回路基板に実装するときの向きは1方向のみになり、例えば、逆向きに搭載してしまうと、リード部材の接続ができない。また、偶数本の端子を対称に配置すると、実装時のリード部材の向きを、所定の向きに対して逆側にすることはできるが、半導体発光素子には極性があり、逆電圧を印加した場合には、発光しなかったり、破損したりする。このため、発光ダイオードの出荷時や実装時には、極性チェックを必ず行う必要がある。

#### 発明の開示

本発明の目的は、輝度が高く、均一な発光が可能である発光ダイオードを提供することにある。また、構成部材をリードフレーム等の保持部材から剥離しにくくすること、高密度実装や微細化を可能とすること、素子をどの方向に搭載しても同じ条件での発光を可能とすることも目的とする。

本発明の第 1 の発光ダイオードは、リードフレームの表面（上面）上に搭載された少なくとも 1 つの半導体発光素子と、前記半導体発光素子を覆う光透過性の樹脂パッケージとを備えた発光ダイオードであって、前記樹脂パッケージは、前記リードフレームの基部を覆う台座部と、前記台座部に対して前記半導体発光素子の主光取り出し面側に設けられ、前記半導体発光素子から出射された光を表側に全反射させることができる第 1 の曲面を側面として有する拡形部と、前記拡形部と前記台座部との間にあって、その平断面が、前記台座部の平断面の最大値より小さく形成された縮形部とを備える。

これにより、拡形部によって、半導体発光素子から側方に出射され曲面に当たった光を、表面側、すなわち半導体発光素子の主光取り出し方向に反射させることができ、側方に出射された光を無駄なく集光して輝度を向上させることができる。また、縮形部を設けることにより、拡形部の曲面の面積が小さくなるのを防止することができる。また、台座部によって樹脂パッケージの下面の面積を大きくしたので、樹脂パッケージの支持部を大きく形成して安定性を高めることができる。

前記樹脂パッケージの表面部には、半導体発光素子から出射された光を表側に集光する凸レンズ部が設けられ、前記凸レンズ部のうち前記凸レンズ部の光軸と交差する部分には、前記半導体発光素子から出射された光を側方に拡げる拡散部が形成されていることが好ましい。この場合には、凸レンズ部によって、従来では照射範囲の外側に向かっていた光を照射範囲内にいれて輝度を向上させるとともに、拡散部によって、照射範囲のうちの中央部の輝度のみが高くなるのを防止して、所定範囲内の全体の輝度を均一にすることができる。ここで、照射範囲とは、撮影エリアなど光の照射が必要な範囲のことをいう。

なお、拡散部とは、一点から出射された光を、光路が重ならないように屈折させて配光範囲を拡げるものであり、フィラー等の混入により光を散乱させるものとは異なる。

前記拡散部を平面状に設けた場合には、半導体発光素子から出射された光を拡散部で屈折させ、配光範囲を拡げることができ、また、形状を簡単にして、歩留まりを向上させることができる。

前記凸レンズ部のうち前記拡散部の側方を囲む部分は凸レンズ側面部であって、前記凸レンズの側方を囲む部分には、前記凸レンズ側面部を側壁の一部とする凹部を設けることが好ましい。この場合には、凸レンズ部で所定範囲内に集光できない光を凹部の外側に逃がし所定範囲以外の部分を照射しないので、より均一な光の照射が可能となる。

前記拡形部における前記第1の曲面が、前記半導体発光素子の光軸を中心とする円弧を含む平断面を有する場合には、半導体発光素子から側方に出射され、第1の曲面に入射した光を半導体発光素子の光軸を含む面に沿って表側に反射させ、光を無駄なく集光して輝度を向上させることができる。

前記半導体発光素子は複数設けられ、前記拡形部における前記第1の曲面は、前記半導体発光素子の光軸を中心とする円弧を接続した平断面を有していることが好ましい。この場合には、半導体発光素子から拡形部のうち円弧の平断面を有する部分に入射した光を、その光を発した半導体発光素子を含む平面に沿って出射することができるため、輝度を向上させ、反射光を均一に拡げることができる。

また、前記拡形部における前記第1の曲面が回転放物面を含む場合には、回転放物面の中心軸上から側方に向かう光は所定の入射角で回転放物面に入射して表面側に全反射される。

ここで、リードフレームを側方に突出させると、表面実装に対応可能な装置を薄型化す

ることができる。

前記リードフレームの一部は、前記樹脂パッケージから突出し、前記台座部は、前記リードフレームが突出する方向で前記縮形部より突出し、前記リードフレームが突出する方向に直交する方向では、前記台座部の裏側の端部の幅が、前記縮形部の表側の端部の幅と同じであることが好ましい。この場合には、リードフレームの側方への抜け強度を高くしつつ、リードフレームの突出方向以外に形成する拡形部の面積が小さくなることを防止して、輝度を向上させることができる。

前記半導体発光素子を、前記リードフレーム上にサブマウント素子を介して搭載した場合には、半導体発光素子をリードフレームに対してより表側に配置することができるので、半導体発光素子から出射され、縮形部より表側に向かう光の量を増加させることができ、輝度を向上させることができる。

前記半導体発光素子に、蛍光体を印刷した場合には、蛍光体の厚みを薄くして、光源の肥大化を防止することができ、拡形部に当たって反射する光の角度を所定範囲に収め、ほとんどの光を全反射させて輝度を向上させることができる。

前記半導体発光素子は複数設けられ、前記半導体発光素子を、前記リードフレームが突出する方向に対して直交する方向に並べて配置すると、リードフレームが拡形部の外側に突出するので、発光ダイオードの安定性を高めることができる。

前記リードフレームを *Gull Wing* 状に屈曲して形成した場合には、半導体発光素子から側方に出射され、曲面に当たった光を、表面側、すなわち半導体発光素子の主光取り出し方向に反射させることができ、側方に出射された光を無駄なく集光して輝度を向上させることができる。

前記凸レンズ部の光軸を、前記半導体発光素子の光軸と同じとすることが好ましい。

前記凸レンズ部を、前記樹脂パッケージの表面のうち最も表側に位置する領域よりも突出しない状態で設ける場合には、自動実装時に、吸着治具が凸レンズ部に接触することがなくなり、凸レンズ部に傷が発生したり吸着時に発光ダイオードが傾斜したりすることを防止することができる。

前記半導体発光素子を複数設け、前記凸レンズ部も、前記半導体発光素子ごとに設けてもよい。この場合には、凸レンズ部を各半導体発光素子ごとに設けることにより、各半導体発光素子の配光方向をほぼ同一にして、配光のピークの変動を防止して発光ダイオードのさらなる高輝度化を図ることができる。

前記半導体発光素子として、赤、緑および青のそれぞれの色に発光する3つを少なくとも設けることにより、各半導体発光素子の出力を調整して、白色発光またはフルカラー発光を行い、自然光に近い白色発光を得ることができる。

同じ色の光を発する複数の前記半導体発光素子が設けられ、前記半導体発光素子は、p型電極とn型電極とを有し、前記リードフレームは、前記p型電極に接続され、平面視して、前記樹脂パッケージから突出する端子対を有する第1フレームと、前記n型電極に接続され、平面視して、前記樹脂パッケージから突出する端子対を有する第2フレームとを備え、前記第1フレームにおける前記端子対は、前記樹脂パッケージの中心に対して点対称に配置され、前記第2フレームにおける前記端子対は、前記樹脂パッケージの中心に対して点対称に配置されていてもよい。この場合には、発光ダイオードの向きを180°反転させて取付け、電圧を印加した場合でも、反転させずに取付けた場合と同じ方向に電流を流して各半導体発光素子を発光させることができ、実装時のリードフレームの向きを逆向きにしても破損しない。

前記第1フレームにおける前記端子対を一体的に設け、前記第2フレームにおける前記端子対を、前記第1フレームを挟んで互いに離間して設けた場合には、リードフレームの強度が大きくなり、抜け強度を強くすることができる。

前記第1フレームにおける前記端子対のそれぞれの先部を、前記第2フレームにおける前記端子対の先部のうちのそれぞれと平行になるように配置し、前記半導体発光素子を、前記第1フレームにおける前記端子対の先部および前記第2フレームにおける前記端子対の先部と直交する方向に並べて配置すると、面実装型の発光ダイオードを形成することができ、また、端子対の間隔を半導体発光素子の間隔に合わせて調整することができ、装置を薄型化して、小型化することができる。

前記第1フレームは、前記半導体発光素子の裏面を固定した素子固定部を有し、さらに、前記第1フレームにおける前記端子対は、前記素子固定部の両端から、前記素子固定部の長手方向に直交する方向においてそれぞれ逆方向に突出し、前記第2フレームにおける前記端子対のそれぞれは、基部を前記素子固定部に近接させて、先部を前記第1フレームにおける前記端子対にそれぞれ平行に配置することが好ましい。この場合には、端子対を樹脂パッケージから抜けにくく形成でき、ワイヤの断線を防止して、装置の信頼性を向上させることができる。

前記第2フレームにおける前記端子対のそれぞれの前記基部を、前記樹脂パッケージの



内部で、隣接する前記第 1 フレームにおける前記端子対のそれぞれに近づく方向に屈曲して形成した場合には、端子対を樹脂パッケージから抜けにくく形成でき、装置の信頼性を向上させることができる。

本発明の第 2 の発光ダイオードは、プリント配線基板の表面上に搭載された少なくとも 1 つの半導体発光素子と、前記半導体発光素子の表側を覆う光透過性の樹脂パッケージとを備えた発光ダイオードであって、前記樹脂パッケージは、前記半導体発光素子から側方に出射された光を表側に全反射させることができる第 1 の曲面を側面として有する拡形部を有し、前記半導体発光素子は、前記プリント配線基板に設けられた凹部内に搭載されている。

これにより、半導体発光素子から裏面側に出射される光を表面側に反射させ、裏面側に光が漏れることが防止できる。また、前記プリント配線基板に形成された凹部に搭載すると、半導体発光素子の裏面側と斜め後方に出射される光を全て反射して光軸方向の表面の輝度を向上させることができる。

前記プリント配線基板における前記凹部の側面を表側に向かって拡形し、前記樹脂パッケージのうち前記凹部の側面に接する部分が第 2 の曲面となっている場合には、基板に形成した凹部によって、樹脂パッケージと、基板との接触面の形状を平面に比べて複雑にするとともに接触面積を増やし、剥離強度を向上させて樹脂パッケージを強固に固定することができ、また、半導体発光素子から側方に出射された光を第 1 の曲面とともに第 2 の曲面で反射させて、側方に出射された光を無駄なく集光して輝度を向上させることができる。

前記第 1 の曲面における裏側の端部を、前記第 2 の曲面における表側の端部と接続することにより、樹脂パッケージの表側に出射される光のうち、第 1 の曲面で反射した光と、第 2 の曲面で反射した光との境界を小さくして、輝度の低下を小さくすることができる。

前記プリント配線基板における表面上のうちの一部には金属からなる電極が設けられており、前記樹脂パッケージにおける前記第 2 の曲面と前記プリント配線基板との間に、前記電極と同じ金属からなる膜を介在させることにより、電極と反射面を兼用させ、光の反射率と製造効率を向上させることができる。

#### 図面の簡単な説明

図 1 (A) は本発明の第 1 の実施の形態における発光ダイオードの平面図、(B) は同発光ダイオードの正面図、(C) は同発光ダイオードの側面図、(D) は同発光ダイオード

ドの下面図を示す。

図 2 (A), (B) は、半導体発光素子から出射した光の光路を示す説明図である。

図 3 (A) は第 2 の実施の形態における発光ダイオードの平面図、(B) は同発光ダイオードの側面図、(C) は同発光ダイオードの正面図、(D) は同発光ダイオードの下面図を示す。

図 4 (A) は本実施形態における発光ダイオードの配光特性を示すグラフ図であり、(B) は従来の発光ダイオードの配光特性を示すグラフ図である。

図 5 (A) は第 4 の実施の形態における発光ダイオードの平面図、(B) は同発光ダイオードにおける A-A 線の断面図である。

図 6 (A) は第 4 の実施形態の変形例である発光ダイオードの平面図、(B) は同発光ダイオードにおける B-B 線の断面図を示す。

図 7 (A) は本発明の第 5 の実施の形態における発光ダイオードの平面図、(B) は同発光ダイオードの側面図、(C) は同発光ダイオードの正面図、(D) は同発光ダイオードの下面図を示す。

図 8 は、発光ダイオード 61 の構成を示す回路図である。

図 9 は、半導体発光素子から出射した光の光路を示す説明図である。

図 10 (A) は本発明の第 5 の実施形態における発光ダイオードの配光特性を示すグラフ図であり、(B) は比較例の発光ダイオードの配光特性を示すグラフ図である。

図 11 (A) は本発明の第 6 の実施形態における発光ダイオードの平面図であり、(B) は、同発光ダイオードの断面図である。

図 12 (A) は本発明の第 7 の実施形態において、発光ダイオードの樹脂パッケージを形成する前の平面図であり、(B) は同発光ダイオードの樹脂パッケージを形成する前の側断面図である。

#### 最良の実施形態

##### (第 1 の実施の形態)

図 1 (A) は本発明の第 1 の実施の形態における発光ダイオードの平面図、(B) は同発光ダイオードの正面図、(C) は同発光ダイオードの側面図、(D) は同発光ダイオードの下面図を示す。

図 1 に示すように、発光ダイオード 1 は、リードフレーム 2, 3 上に搭載された半導体発光素子 4 と、半導体発光素子 4 を覆う透光性の樹脂パッケージ 5 とを備えている。

リードフレーム 2, 3 は、それぞれ Cu 合金等に Ni / Ag めっき処理等を行った板状材を Gull - Wing 状に屈曲させて形成されたものである。詳しく説明すると、リードフレーム 2, 3 は、半導体発光素子 4 が搭載された基部から樹脂パッケージ 5 の両側方にそれぞれ突出して裏側に屈曲され、さらにその先部を外側に屈曲させて両外側にそれぞれ伸びるように形成されている。

直方体状の半導体発光素子 4 は、サブマウント素子 18 にフリップチップ実装され、サブマウント素子 18 のうち下面の電極は、一方のリードフレーム 2 上にダイボンディングにより接続され、上面の電極は他方のリードフレーム 3 にワイヤボンディングにより接続されている。

ここで、本実施形態では、リードフレーム 2 の面のうち半導体発光素子 4 を接続した面側、あるいは半導体発光素子 4 の主光取り出し面側を表側または表面側と表し、その逆方向側を裏側または裏面側として表すものとする。

樹脂パッケージ 5 は、例えば透明エポキシ等の樹脂からなり、表面を基準として裏面に突出した略逆砲弾状の外形を有している。そして、表側のレンズ部 15 a と、裏側の台座部 15 b とから構成されている（図 1 (C) に示す）。台座部 15 b は、半導体発光素子 4 の裏側に円筒状に形成され、リードフレーム 2, 3 のうち互いに対向する側の端部を覆って固化している。台座部 15 b は、半導体発光素子 4 の裏面上において円柱状に設けられ、その円柱の側方のうちリードフレーム 2, 3 が突出する方向に突出している。つまり、台座部 15 b は、半導体発光素子 4 を保持する円柱部と、その円柱の側方に位置し、リードフレーム 2, 3 の一端部を補強する直方体部とを有している。

この台座部 15 b の下面は、リードフレーム 2, 3 の外側端部の下面と略同一平面上に形成されている。略同一とは、同一面である場合のほか、リードフレーム 2, 3 の下面が台座部 15 b の下面よりも少し高い場合も含まれる。また、回路基板に発光ダイオード 1 の台座部 15 b の下面を当接させた状態で、リードフレーム 2, 3 が回路基板上に塗布したはんだに接触できる場合には、台座部 15 b の下面とリードフレーム 2, 3 の外側端部の下面とは略同一平面上に設けられているということとする。

一方、レンズ部 15 a の裏面は、回転放物面である曲面 6 となっている。この曲面 6 の回転放物面の中心線は、リードフレーム 2 の表面に垂直に配置され、また、回転放物面の焦点は、半導体発光素子 4 の光軸上に合わせて形成されている。そして、図 1 (C) に示すように、リードフレーム 2, 3 が突出する X 方向においては、レンズ部 15 a のうち台

座部 15b との境界に位置する部分に縮形部 17 が設けられている。ここで、縮形部とは、レンズ部 15a のうち、その平断面が、台座部 15b の平断面よりも小さくなっている部分をいう。台座部 15b において、場所によって平断面の形状が異なる場合には、台座部 15b のうち平断面が最大になる部分を比較の対象とする。レンズ部 15a のうち縮形部 17 よりも表側に位置する部分は、曲面 6 を有する拡形部 16 となっている。なお、本実施形態では、図 1 (C) に示すように、X 方向において、縮形部 17 の方が台座部 15b よりも窪まって形成されており、図 1 (B) に示すように、X 方向に直行する Y 方向においては、縮形部 17 の方が台座部 15b よりも窪まることなく下端と台座部 15b の上端とが接続している。また、図 1 (B), (C) に示すように、拡形部 16 の Y 方向における両側の端部は、X 方向における両側の端部よりも内側にあつて、かつ下側（裏側）に配置されている。

樹脂パッケージ 5 では、レンズ部 15a における表面の外周部に、半導体発光素子 4 の光軸方向に直交する面を有する環状平面部 9 が設けられている。そして、レンズ部 15a における表面のうち環状平面部 9 の内側には凹部 7 が設けられている。そして、凹部 7 の内側には、半導体発光素子 4 の光軸と同じ光軸を有し、半導体発光素子 4 から出射された光を表側の所定範囲内に集光する凸レンズ部 8 が設けられている。

凸レンズ部 8 の先端部は、半導体発光素子 4 から出射された光を側方に拡げる拡散部の一例である、凸レンズ部 8 の光軸に直交する円状平面部 11 となっている。この円状平面部 11 は、環状平面部 9 と同じ平面上に配置されている。

また、円状平面部 11 は、正面から見たときに、矩形の半導体発光素子 4 の全周が含まれる大きさに形成されている。凹部 7 は、凸レンズ部 8 の外周縁と、環状平面部 9 の内周縁を接続する凹状曲面部 10 を有している。

半導体発光素子 4 は、半導体発光素子 4 からの光が樹脂パッケージ 5 の曲面 6 に対して入射する入射角が  $40^\circ$  以上となる位置に配置されている。ここで、半導体発光素子 4 を前記のような位置に配置したのは以下の理由による。半導体発光素子 4 からの光は、樹脂パッケージ 5 の表面に集光する必要があるため、樹脂パッケージ 5 の曲面 6 から外部に放射するのではなく曲面 6 において全反射することが好ましい。このとき、樹脂パッケージ 5 の材質の有する屈折率の値によって、光が樹脂パッケージ 5 に対して全反射するのに必要な入射角は異なってくる。

本実施形態では、樹脂パッケージとして、屈折率が 1.55 以下の透明エポキシを用い

ている。この場合に、光が樹脂パッケージ5に対して全反射するのに必要な入射角は40度以上となる。なお、樹脂パッケージ5の材質を変更した場合には、その樹脂の屈折率に合わせて全反射角を調整するために、半導体発光素子の位置を変更すればよい。

図2(A), (B)は、半導体発光素子から出射した光の光路を示す説明図である。凹状曲面部10は、凸レンズ部8から出射された光を阻害しない形状に設定されている。すなわち、凸レンズ部8から出射された光は凹状曲面部10に入射しないように設計されている。

次に、発光ダイオード1の製造方法について説明する。

リードフレーム2, 3に半導体発光素子4を搭載する手順については、従来の発光ダイオードの製造手順と同じであるため、説明を省略する。

樹脂パッケージ5の製造には、トランスファーモールド用金型を使用する。この場合、リードフレーム2, 3の表側および裏側に移動可能な対となる金型と、曲面6を成型するために両側方にスライド移動する金型とを使用する。スライド金型を用いることにより、曲面6が裏側に突出している形状でも製造を行うことができる。

次に、発光ダイオード1の使用状態について、図2(A), (B)を再度参照して説明する。

発光ダイオード1をカメラのストロボとして用いる場合、例えば、図2(B)に示すように、発光ダイオード1から距離 $L_1 = 0.5 \sim 0.6$  mの位置における、直径 $D_1 = 0.5$  m程度の円形の照射範囲A1内を均一に照射することが必要になる。

半導体発光素子4から出射され円状平面部11に入射した光は、樹脂パッケージ5の外側に出射される。ここで、円状平面部11への入射角より屈折角の方が大きくなるため、円状平面部11の外側に出射する光は、半径方向に対する外側に拡がって照射範囲A1の全体を照らす。なお、拡散部として、円状平面部11の代わりに球面状凹部を形成することも可能である。球面状凹部を形成すると、屈折角が大きくなり、光をより側方に拡げることができる。

半導体発光素子4から出射され凸レンズ部8のうち円状平面部11の周面に入射した光は、半径方向に対する内側に屈折し、照射範囲A1の中央部を除いた周辺範囲A2に出射される。なお、凹状曲面部10は、凸レンズ部8から外側に出射された光が凹状曲面部10に入射しないような形状で形成されている。

半導体発光素子4から出射され曲面6に到達した光は、全反射して環状平面部9に入射

する。そして、環状平面部 9 で半径方向に対する外側に屈折して、樹脂パッケージ 5 の外側に出射される。曲面 6 の反射光による照射範囲 A 3 は、照射範囲 A 1 の全体とほぼ同じ範囲となっている。

また、半導体発光素子 4 の発光層から裏側に出射される光は、リードフレーム 2 の表面で反射されて表側に出射される。なお、半導体発光素子 4 の発光層から裏側の斜め方向に出射される光の一部は樹脂パッケージ 5 のうちリードフレーム 2, 3 を保持している部分に入射するが、半導体発光素子から斜め後方に出射される光量はもともと少ないため、全体の光量に対しては影響が少ない。

以下に、本実施形態で得られる効果について説明する。

本実施形態では、樹脂パッケージ 5 が縮形部 1 7 を備えていることにより、曲面 6 の面積を小さくせずにすむので、側方に出射された光を無駄なく集光することができる。また、台座部 1 5 b によって樹脂パッケージ 5 の下面の面積を大きくしたので、樹脂パッケージ 5 の支持部を大きく形成して安定性を高めることができる。なお、台座部 1 5 b は、リードフレーム 2, 3 が突出する方向で縮形部 1 7 より突出し、リードフレーム 2, 3 が突出する方向に直交する方向では、台座部 1 5 b の裏側の端部の幅が、縮形部 1 7 の表側の端部の幅と同じである。これにより、リードフレーム 2, 3 の側方への抜け強度を高くしつつ、リードフレーム 2, 3 の突出方向以外に形成する拡形部 1 6 の面積が小さくなることを防止して、輝度を向上させることができる。

また、凸レンズ部 8 によって、従来では照射範囲の外側に向かっていた光を照射範囲内に集光できるとともに、円状平面部 1 1 によって、照射範囲のうちの中央部の輝度のみが高くなるのを防止して、所定範囲内の全体の輝度を均一にすることができる。円状平面部 1 1 の表面は平面状であるので、半導体発光素子から出射された光を拡散部で屈折させ、配光範囲を拡げることができ、また、形状を簡単にして、歩留まりを向上させることができる。また、凸レンズ部 8 を、樹脂パッケージ 5 の表面のうち最も表側に位置する領域よりも突出しない状態で設ける場合には、自動実装時に、吸着治具が凸レンズ部 8 に接触することがなくなり、凸レンズ部 8 に傷が発生したり吸着時に発光ダイオード 1 が傾斜したりすることを防止することができる。

また、凹部 7 が設けられていることにより、凸レンズ部 8 で所定範囲内に集光できない光を凹部 7 の外側に逃がし所定範囲以外の部分を照射せずにすむ。また、樹脂パッケージ 5 の側面に曲面 6 を形成することにより、凸レンズ部 8 では所定範囲内に集光できない光

を全反射させて、所定範囲内に集光することができる。ここで、曲面 6 が半導体発光素子 4 の光軸を中心とする円弧を含む平断面を有するので、半導体発光素子 4 から曲面 6 に入射した光を半導体発光素子 4 の光軸を含む面に沿って表側に反射させ、光を無駄なく集光することができる。曲面が回転放物面であることにより、より多くの光を集光することができる。

さらに、リードフレーム 2, 3 を G u l l - W i n g 状に屈曲し、リードフレーム 2, 3 の両端部を、樹脂パッケージ 5 の両端部から突出して形成した場合には、半導体発光素子 4 から側方に出射され、曲面に当たった光を、表面側、すなわち半導体発光素子 4 の主光取り出し方向に反射させることができ、側方に出射された光を無駄なく集光して輝度を向上させることができる。

さらに、サブマウント素子 1 8 を搭載することにより、以下の効果を得ることができる。樹脂パッケージ 5 の台座部 1 5 b は、リードフレーム 2, 3 を保持する必要があるので、その厚みを必要以上に薄くすることはできない。そのため、台座部 1 5 b は樹脂パッケージ 5 の所定の高さまでを覆う。このとき、リードフレーム 2 の上に半導体発光素子 4 を直接搭載すると、半導体発光素子 4 から側方に出射された光の一部は、台座部 1 5 b に入射してしまう。しかしながら、本実施形態では、サブマウント素子 1 8 上に半導体発光素子 4 を搭載することにより発光部の位置を表側に移動させることができるため、台座部 1 5 b に入射する光を減らし、樹脂パッケージ 5 の曲面 6 に入射する光の量を増加させることができる。

また、台座部 1 5 b を、リードフレーム 2, 3 の突出方向、すなわち側方に突出させているが、台座部 1 5 b と拡形部 1 6 の間に縮形部 1 7 を形成しているので、台座部 1 5 b の形状に合わせて拡形部 1 6 を小さくする必要がなくなる。そのため、拡形部 1 6 の曲面 6 の面積が小さくならず、リードフレーム 2, 3 を高い強度で保持しつつ、曲面 6 に入射する光の量を多くすることができる。

なお、本実施形態では、半導体発光素子 4 の表面に蛍光体を印刷してもよい。蛍光体は、半導体発光素子 4 から出射された光により励起され、半導体発光素子 4 の発光色とは異なる色に発光する。例えば、半導体発光素子 4 が青色に発光する場合には、黄色の蛍光体を塗布することによって白色光を取り出すことができる。印刷の厚みは薄く均一にできるので、蛍光体を設けたときでも半導体発光素子 4 の外形はほとんど大きくなる。したがって、この場合でも半導体発光素子 4 を点光源として考えることができ、光路設計を簡

単に行うことができる。

(第2の実施の形態)

図3 (A) は第2の実施の形態における発光ダイオードの平面図、(B) は同発光ダイオードの正面図、(C) は同発光ダイオードの側面図、(D) は同発光ダイオードの下面図を示す。

第2の実施の形態における発光ダイオード22は、第1の実施の形態における発光ダイオード1に対して、半導体発光素子の数を2台にし、リードフレームの数を4本にしたものである。

リードフレーム23, 24, 25, 26は、それぞれGull-Wing状に形成され、各々の一端部を近接させて十字状に配置し、2台の半導体発光素子27, 28は、対向するリードフレーム23, 24にそれぞれダイボンディングされている。そして、半導体発光素子27は、リードフレーム24にワイヤボンディングにより接続され、半導体発光素子28は、リードフレーム26にワイヤボンディングにより接続されている。半導体発光素子27, 28の中心は、図3 (A) に示すように、所定距離だけ離して配置されている。

樹脂パッケージ35は、平面視して楕円状または俵状に形成されている。樹脂パッケージ35の裏側の曲面36は、図3 (A) に示す半導体発光素子27, 28の中心線間の範囲aを除いて、それぞれ半導体発光素子27, 28の光軸を中心とする回転放物面を2分割した形状に形成され、範囲aの間は、正断面が矩形になるような形状に形成されている。

凸レンズ部29, 30は、その光軸を、各半導体発光素子27, 28の光軸に合わせて形成されている。半導体発光素子27, 28は近接配置されているので、凸レンズ部29, 30は、重合する周面の一部を一体化させている。また、凸レンズ部29, 30の周囲に形成された凹部31, 32および凹状曲面部33, 34もそれぞれ重合しており、各々が2つの円弧を接続した環状に形成されている。

凸レンズ部29, 30内に位置する円状平面部38, 39は、互いに離れて形成されている。

半導体発光素子27, 28の発光層から側方に出射された光は、曲面36で反射され、表側に出射される。また、半導体発光素子27, 28の発光層から、凸レンズ部29, 30のうちの周面に向かって出射された光は、凸レンズ部29, 30の表面で半径方向に対



する内側に屈折して集光される。また、半導体発光素子 27, 28 の発光層から円状平面部 38, 39 に向かって出射された光は、円状平面部 38, 39 の半径方向に対する外側に拡がるように屈折して円状平面部 38, 39 の外側に出射される。

発光ダイオード 22 のリードフレーム 23, 24 に電流を流すと、半導体発光素子 27 が発光し、リードフレーム 25, 26 に電流を流すと、半導体発光素子 28 が発光する。また、半導体発光素子 27, 28 を同時に発光させることも可能である。半導体発光素子 27, 28 は、異なる 2 色に発光するものを使用することも可能で、この場合には、それぞれの色または 2 色の混合色を発生させることができる。

次に、本実施形態の発光ダイオードの配光特性について、図面を参照しながら説明する。図 4 (A) は本実施形態における発光ダイオードの配光特性を示すグラフ図であり、(B) は従来の発光ダイオードの配光特性を示すグラフ図である。

なお、従来の発光ダイオードとしては、樹脂パッケージにおける凸レンズ部の上部を球面状に形成したものをを用いた。そして、これら 2 つの発光ダイオードについて、同一の電氣的条件下で発光させた場合のシミュレーションを行った。

図 4 (A)、(B) において、原点からの距離は光度を表し、Y 軸 (光軸) に対する角度は、配光角度を表している。ここで、実線で示す配光特性において、Y 軸 (光軸) に対する角度とは、光軸から  $\alpha$  軸方向 (図 3 (A) に示す) へ傾く角度を表しており、点線で示す配光特性において、Y 軸 (光軸) に対する角度とは、光軸から  $\beta$  軸方向へ傾く角度を表している。

発光ダイオードの光軸方向に 60 cm 離れた距離で、一辺が 50 cm の正方形領域を照射するときには、 $62^\circ$  以上の配光角度 (Y 軸からの傾きが  $31^\circ$ ) が必要となる。それに対応させて、発光ダイオードの軸上光度を比較するとともに配光角度が  $62^\circ$  の方向での光度を比較した。

軸上で比較すると、従来例の素子の光度は 1.6 であるのに対して本実施形態の素子の光度は 1.32 であり、本実施形態の素子では、発光領域における中央部の輝度が低下していることがわかる。一方、配光角度が  $62^\circ$  の方向では、従来例の素子の光度が 0.71 であるのに対して本実施形態の素子の光度は 0.82 であった。この結果、従来例の光度比が 44% であるのに対して本実施形態の光度比は 62% となった。このように、本実施形態では、配光範囲が拡がるとともに、所定範囲を均一に照射することができることがわかる。

### (第 3 の実施の形態)

第 3 の実施の形態では、図示を省略するが、リードフレーム上に半導体発光素子を 3 台搭載した発光ダイオードについて説明する。本実施形態の発光ダイオードでは、各半導体発光素子として、赤、緑および青色に発光するものを使用している。各半導体発光素子は、赤、緑、青のうちの各色、2 色の混合色、または 3 色の混合色を発生させることができ、3 色の輝度を調整して、白色光を発生させることも可能である。

本実施形態では、それぞれの凸レンズ部に円状平面部を形成して光を拡げ、輝度を均一にするとともに各色をむらなく混合させることができる。

青色光に黄色の蛍光体を用いた白色光では、赤色成分が少ないため、写真撮影用のフラッシュに用いると、自然光とは異なる白色発光となることがあるが、3 色の混合色であれば、自然光に近い白色発光を得ることができる。

なお、白色の半導体発光素子（青色 LED に蛍光体をコーティングしたもの等）を 3 台以上搭載することにより、ハイパワーの発光ダイオードを形成することができ、デジタルカメラ用のストロボに対応できる輝度の光を出射することができる。

### (第 4 の実施の形態)

図 5 (A) は第 4 の実施の形態における発光ダイオードの平面図、(B) は同発光ダイオードにおける A-A 線の断面図である。

第 4 の実施の形態の半導体発光素子は、第 1 の実施の形態における発光ダイオード 1 のリードフレーム 2, 3 の代わりに、プリント配線基板 4 1 を用いたものである。樹脂パッケージ 4 2 は、凸レンズ部 4 3 内に位置する円状平面部 4 4 を有しており、半導体発光素子 4 5 から出射された光を凸レンズ部 4 3 で集光し、円状平面部 4 4 で拡散するので、輝度を均一に向上させることができる。

半導体発光素子 4 5 は、プリント配線基板 4 1 の電極パターン 4 6 上のサブマウント素子 4 8 の上にダイボンディングにより接続されるとともに、プリント配線基板 4 1 に形成された電極パターン 4 7 上にワイヤボンディングにより導通接続されている。プリント配線基板 4 1 を用いることにより、プリント配線基板 4 1 の裏側に光が漏れることを防止することができる。なお、電極パターン 4 6, 4 7 は、Cu のエッチングパターンの表面上に Ni/Au めっき処理を行うことにより得られたものである。このような製法を行うことにより、ワイヤボンディング性の確保と表面実装時のリフロー半田付け性の確保との両立を図っている。

図6 (A) は第4の実施形態の変形例である発光ダイオードの平面図、(B) は同発光ダイオードにおけるB-B線の断面図を示す。図6に示す発光ダイオードは、図5に示す発光ダイオードのプリント配線基板41の表面に非貫通の凹部51を形成したものである。この凹部51の底面と側面52には、鍍金による反射面が形成されている。凹部51の底面上に搭載された半導体発光素子45は、一方の電極パターン47にワイヤボンディングによって導通接続されている。半導体発光素子45から斜め後方に出射される光は凹部51の底面と側面52で全て反射され、樹脂パッケージ42により表側に出射されるため、さらに高輝度化を図ることができる。樹脂パッケージ42は凸レンズ部43内に位置する円状平面部44を有しており、半導体発光素子45から出射された光を凸レンズ部43で集光し、円状平面部44で拡散するので、輝度を均一に向上させることができる。

本実施形態では、プリント配線基板41を用いることにより、半導体発光素子45から裏面側に出射される光を表面側に反射させ、裏面側に光が漏れることが防止できる。また、半導体発光素子45を、プリント配線基板41に形成された凹部51に搭載すると、半導体発光素子45の裏面側と斜め後方に出射される光を全て反射して光軸方向の表面の輝度を向上させることができる。

#### (第5の実施の形態)

図7 (A) は本発明の第5の実施の形態における発光ダイオードの平面図、(B) は同発光ダイオードの正面図、(C) は同発光ダイオードの側面図、(D) は同発光ダイオードの下面図を示す。

図7に示すように、発光ダイオード61は、リードフレーム(第1フレーム67および第2フレーム68)の基部にサブマウント素子62、63を介して搭載された同色の半導体発光素子64、65と、半導体発光素子64、65を覆う透光性の樹脂パッケージ66とを備えている。

第1フレーム67は、Cu合金等にNi/Agめっき処理等を行った板材からなり、一体的に形成されている。第2フレーム68も、Cu合金等にNi/Agめっき処理等を行った板材からなり、一体的に形成されている。

図7 (D) に示すように、第1フレーム67では、平面視して矩形に形成された素子固定部74が、長手方向がX方向に直交する方向(Y方向)に沿うように配置している。そして、素子固定部74のX方向両側(側方)には、樹脂パッケージ66からそれぞれ突出する2つの端子対70、71を備えている。すなわち、端子対70、71は、素子固定部

7 4 を介して一体的に形成されている。

端子対 7 0, 7 1 の基部は、樹脂パッケージに覆われ、素子固定部 7 4 の中央側に少し屈曲して配置されている。この屈曲部には、長孔 7 5, 7 6 がそれぞれ設けられている。

一方、第 2 フレーム 6 8 は、樹脂パッケージ 6 6 から X 方向両側（側方）に突出する端子対 7 2, 7 3 を備えている。端子対 7 2, 7 3 は、第 1 フレーム 6 7 の素子固定部 7 4 を挟んで互いに離間して設けられている。第 2 フレーム 6 8 の端子対 7 2, 7 3 は、樹脂パッケージ 6 6 に覆われる領域において、基端が、素子固定部 7 4 および端子対 7 0, 7 1 の基部に近接するように屈曲して設けられている。この屈曲部には、長孔 7 7, 7 8 が形成されている。また、端子対 7 2, 7 3 の先部は端子対 7 0, 7 1 の先部に平行に配置されている。

端子対 7 0, 7 1 および端子対 7 2, 7 3 の基部は屈曲して形成されているので、これらを側方に引っ張ったときに、樹脂パッケージ 6 6 から簡単に抜けることはない。また、長孔 7 5, 7 6, 7 7, 7 8 が形成されているので、端子対 7 0, 7 1 および端子対 7 2, 7 3 は回転しにくくなっている。また、力を加えると端子対 7 0, 7 1 および端子対 7 2, 7 3 は長孔 7 5, 7 6, 7 7, 7 8 の近傍で屈曲するので、端子対 7 0, 7 1 および端子対 7 2, 7 3 の基部に力が加わって折れ曲がることが防止され、また、ダイスボンドやワイヤーボンドの強度を保持することができる。

図 7 (C) に示すように、端子対 7 0, 7 1 および端子対 7 2, 7 3 は、G u l l - W i n g (ガルウイング) 状に屈曲させて形成されている。詳しく説明すると、端子対 7 0, 7 1 および端子対 7 2, 7 3 は、半導体発光素子 6 4, 6 5 が搭載された基部から樹脂パッケージ 6 6 の X 方向の両側にそれぞれ突出して裏側に屈曲され、さらにその先部を外側に屈曲させて X 方向の両側にそれぞれ伸びるように形成されている。

端子 7 0 と端子 7 1、または端子 7 2 と端子 7 3 は、樹脂パッケージ 6 6 の中心に対して点対称に配置されている。

サブマウント素子 6 2, 6 3 は、第 1 フレーム 6 7 の素子固定部 7 4 にそれぞれダイボンディングされ、また、それぞれワイヤーボンディングにより第 2 フレーム 6 8 に接続されている。サブマウント素子 6 2, 6 3 のワイヤー接続部は、それぞれ近接して配置され、半導体発光素子 6 4, 6 5 は、サブマウント素子 6 2, 6 3 上の Y 方向両側に離れた位置にそれぞれ配置されている。すなわち、半導体発光素子 6 4, 6 5 は、端子対 7 0, 7 1 および端子対 7 2, 7 3 が突出する方向 (X 方向) に対して直交する方向 (Y 方向) に並べ

て配置されている。

サブマウント素子 6 2, 6 3 のワイヤ接続部をそれぞれ近接させて配置しているので、ワイヤを樹脂パッケージ 6 6 内の略中央に配置することができる。これにより、外力によるワイヤの変形や断線を生じにくくすることができる。

第 1 フレーム 6 7 の端子対 7 0, 7 1 は、半導体発光素子 6 4, 6 5 の p 側電極（図示せず）に接続され、第 2 フレーム 6 8 の端子対 7 2, 7 3 は、半導体発光素子 6 4, 6 5 の n 側電極（図示せず）に接続されている。かかる構成によって、発光ダイオード 6 1 を、回路基板（図示せず）に 180° 反転させて搭載して電圧を印加したとしても、発光ダイオード 6 1 には逆電流が流れない。つまり、この場合にも、発光ダイオード 6 1 は、反転させずに取り付けした場合と同じように発光する。

ここで、本実施形態では、表側とは、リードフレームのうち半導体発光素子 4 を接続した面側であって、半導体発光素子 6 4 のうち主光取り出し面側をいう。

樹脂パッケージ 6 6 は、例えば透明エポキシ等の樹脂からなり、図 7 (B), (C) に示すように、表側のレンズ部 6 6 a と、裏側の台座部 6 6 b とから構成されている。台座部 6 6 b は、半導体発光素子 6 4, 6 5 の裏面上に形成され、端子対 7 0, 7 1 および端子対 7 2, 7 3 の基部を覆って側方に突出している。台座部 6 6 b は、半導体発光素子 6 4, 6 5 の裏面上において円柱状に設けられ、その円柱の側方のうち端子対 7 0, 7 1 および端子対 7 2, 7 3 が突出している X 方向にそれぞれ突出している。つまり、台座部 6 6 b は、半導体発光素子 6 4, 6 5 を保持する円柱部と、その円柱の側方に位置し、端子対 7 0, 7 1 および端子対 7 2, 7 3 の基部を補強する直方体部とを有している。

この台座部 6 6 b の下面は、端子対 7 0, 7 1 および端子対 7 2, 7 3 の外側端部の下面と略同一面上に形成されている。略同一とは、同一面である場合の他、端子対 7 0, 7 1 および端子対 7 2, 7 3 の下面が台座部 6 6 b の下面よりも少し高い場合も含まれる。また、回路基板に発光ダイオード 6 1 の台座部 6 6 b の下面を当接させた状態で、端子対 7 0, 7 1 および端子対 7 2, 7 3 が回路基板上に塗布したはんだに接触できる場合には、台座部 6 6 b の下面と端子対 7 0, 7 1 および端子対 7 2, 7 3 の外側端部の下面とは略同一平面上に設けられているとすることとする。

一方、レンズ部 6 6 a は、半導体発光素子 6 4, 6 5 から側方に出射された光を表側に全反射させるように表側に向かって徐々に拡形した曲面 7 9 を有する拡形部 8 3 と、拡形部 8 3 と台座部 6 6 b との間に位置する縮形部 8 4 とから構成されている。また、図 7 (

B)、(C)に示すように、拡形部83のY方向における両側の端部は、X方向における両側の端部よりも下側に配置されている。

拡形部83の曲面79は、樹脂パッケージ66の表面を基準として裏側に突出して形成されている。また、曲面79は、半導体発光素子64、65の光軸上にそれぞれの焦点を配置した回転放物面80a、80b(図7(B)に示す)を接続したもので、すなわち、その平断面が、半導体発光素子64、65の光軸を中心とした円弧を接続した形状となっている。回転放物面80a、80bは、半導体発光素子64、65から出射された光が曲面79へ入射する入射角が $40^{\circ}$ 以上となるように設計されている。入射角が $40^{\circ}$ 以上に設定したのは、樹脂パッケージの屈折率が1.55の場合に全反射角が $40^{\circ}$ となるためである。これにより、曲面79へ入射した光はほとんど全て全反射されて、光軸方向の表側へ出射される。なお、樹脂の材質を変更した場合には、その全反射角に合わせて半導体発光素子の位置やパッケージ形状を変更することができる。

樹脂パッケージ66では、レンズ部66aにおける表面の外周部に、半導体発光素子64、65の光軸方向に直交する面を有する環状平面部85が設けられている。そして、レンズ部66aにおける表面のうち環状平面部85の内側には、凹部86が設けられている。凹部86は、平面視して、回転放物面80a、80bと同心の円弧を接続した外形を有している。また、凹部86内には、平断面が凹部86と同心の円弧を接続した形状の凸レンズ部87、88が形成されている。

凸レンズ部87、88の先端部は円状平面部89となっており、この円状平面部89は、環状平面部85と同じ平面上に配置されている。凹部86は、凸レンズ部87、88の外周縁と、環状平面部85の内周縁とを接続する凹状曲面部81を有している。

このように、発光ダイオード61は、面実装型として使用できるように構成されている。

次に、発光ダイオード61の製造方法について説明する。

まず、板材に打ち抜き加工を施し、第1、第2フレーム67、68を製造するための平板状材を形成する。平板状材では、第1フレーム67および第2フレーム68となる部分とその外側端部を他の部分と接続された状態にある。第1フレーム67および第2フレーム68は、この状態のままで、ガルウイング状に屈曲させる前の状態まで成形される。その後、第1フレーム67の上に、半導体発光素子64、65を搭載する。

一方、樹脂パッケージ66の製造には、トランスファーモールド用金型を使用する。こ

の場合、第1フレーム67および第2フレーム68の表側および裏側に移動可能な対となる金型と、曲面79を成型するために第1フレーム67および第2フレーム68が突出する両側方(X方向)にスライド移動する金型とを使用する。スライド金型を用いることにより、縮形部84が設けられている形状でも製造を行うことができる。

次に、発光ダイオード61の使用状態について、図面を参照しながら説明する。

図8は、発光ダイオード61の構成を示す回路図である。図8に示すように、半導体発光素子64、65内に形成されたツェナーダイオード134、135が、半導体発光素子64、65とは極性を逆にしてそれぞれ接続されている。

図8に示すように、発光ダイオードを発光させるためには、半導体発光素子64のp側電極に接続された端子130側がプラス、半導体発光素子64のn側電極に接続された端子133側がマイナスとなるように電圧を印加する。また、半導体発光素子65のp側電極に接続された端子131側がプラス、半導体発光素子65のn側電極に接続された端子132側がマイナスとなるように電圧を印加する。

図7(A)に示す状態から発光ダイオード61を180°反転させた場合、端子130と端子131の位置が逆になり、また、端子132と端子133の位置が逆になる。しかし、この状態でも、端子130、131がプラス、端子132、133がマイナスとなるように電圧が印加される。そのため、半導体発光素子64、65が同色に形成されている場合には、発光ダイオード61を取付けるときの向きが逆になっても同じように発光させることができる。

一般的に発光ダイオードは、極性を揃えるために、製品のリードの形状を変えたり、樹脂パッケージに目印を付加したりする必要がある。また、発光ダイオードの出荷時や使用時には極性チェックが必要となっている。しかしながら、本実施形態の発光ダイオードは、180°反転させて取付けた場合でも、反転させない場合と同様に使用できるので、極性を気にする必要がなくなる。また、製造時や使用時のチェックも不要となるので、製品の取り扱いが簡単になる。

また、第1フレーム67における端子70、71を一体的に設け、第2フレーム68における端子72、73を互いに離間して設けていることにより、リードフレームの強度が大きくなり、抜け強度を強くすることができる。

また、第1フレーム67における端子対70、71の先部を、第2フレーム68における端子対72、73の先部のうちのそれぞれと平行になるように配置し、半導体発光素子

64, 65を、第1フレーム67における端子70, 71の先部および第2フレーム68における端子対72, 73の先部と直交する方向に並べて配置することにより、面実装型の発光ダイオードを形成することができ、また、端子の間隔を半導体発光素子64, 65の間隔に合わせて調整することができ、装置を薄型化して、小型化することができる。

第1フレーム67は、半導体発光素子64, 65の裏面を固定した素子固定部74を有し、さらに、第1フレーム67における端子対70, 71は、素子固定部74の両端から、素子固定部74の長手方向に直交する方向においてそれぞれ逆方向に突出し、第2フレーム68における端子対72, 73のそれぞれは、基部を素子固定部74に近接させて、先部を第1フレーム67における端子対70, 72にそれぞれ平行に配置している。この場合には、端子対を樹脂パッケージから抜けにくく形成でき、ワイヤの断線を防止して、装置の信頼性を向上させることができる。

第2フレーム68における端子対72, 73のそれぞれの基部を、樹脂パッケージ66の内部で、隣接する第1フレーム67における端子対70, 71のそれぞれに近づく方向に屈曲して形成した場合には、端子対72, 73を樹脂パッケージ66から抜けにくく形成でき、装置の信頼性を向上させることができる。

また、発光ダイオード61は、サブマウント素子62, 63を備えているので、発光ダイオード61に誤って過大な電圧が加わったり逆電圧が加わったりした場合に、サブマウント素子62, 63に形成されたツェナーダイオード134, 135によって発光ダイオード61に大電流が流れることを防止でき、製品の信頼性を高めることができる。

図9は、半導体発光素子から出射した光の光路を示す説明図である。図9に示すように、半導体発光素子64, 65から出射され、円状平面部89に入射した光は、円状平面部89の表面で屈折し、外側に拡がって出射される。また、凸レンズ部87, 88のうち円状平面部89の周面に入射した光は、光軸方向側に屈折する。半導体発光素子64, 65から曲面79に到達した光は、光軸方向側に全反射する。また、半導体発光素子64, 65の発光層から裏側に出射される光は、第1フレーム67および第2フレーム68の表面で反射されて表側に出射する。

また、図7に示すように、回転放物面80a, 80bを平面視したときに表れる円弧の交点と半導体発光素子65の光軸とを結ぶ直線L1または半導体発光素子65の光軸からX方向に引いた直線L2のいずれの直線に沿って切断したときでも、発光ダイオード61の断面形状は図9に示すような一定の形状になる。このように一定の形状にすることに



より、次のような利点がある。

例えば、樹脂パッケージ 66 の平断面が俵型である場合、すなわち、回転放物面 80a, 80b の断面を半円になるように形成し、それぞれの端部を直線で結んだ形状に形成すると、半導体発光素子 65 から直線 L2 に沿って出射された光は直線 L2 と半導体発光素子 65 の光軸とを含む平面に沿って反射されるが、半導体発光素子 65 から直線 L1 に沿って出射された光は、直線 L1 と半導体発光素子 65 の光軸とを含む平面に対して半導体発光素子 64 側に反射されてしまう。この現象は直線 L2 と直線 L1 との間に射出された全ての光において発生する。直線 L2 と直線 L1 との間の領域と同等の領域は、1 台の発光ダイオード 1 内に 4 カ所あるので、発光ダイオード 61 の輝度は大きく低下してしまうことになる。

それに対し、本実施の形態においては、曲面 79 を、平断面が各半導体発光素子 64, 65 の光軸を中心とした円弧を接続した形状に形成したので、直線 L1 と直線 L2 との間に射出された光を半導体発光素子 65 を含む平面に沿って射出することができ、輝度を向上させ、また、反射光を均一に拡げることができる。

また、凹部 86 の形状も曲面 79 と同様に円弧を接続した形状にしたので、曲面 79 と凹部 86 との間の距離を一定に保持して、曲面 79 で反射した光を、より確実に環状平面部 85 まで到達させることができる。

このように、本実施形態では、半導体発光素子 64, 65 から射出される光のほとんどを光軸方向の表側に平行に取り出すことができる。なお、半導体発光素子 64, 65 の発光層から裏側の斜め方向に射出される光の一部は、樹脂パッケージ 66 のうち第 1 フレーム 67 および第 2 フレーム 68 を保持している部分に入射するが、半導体発光素子から斜め後方に射出される光量はもともと少ないため、全体の光量に対しては影響が少ない。

次に、本実施形態の発光ダイオードの配光特性について、図面を参照しながら説明する。図 10 (A) は本発明の第 5 の実施形態における発光ダイオードの配光特性を示すグラフ図であり、(B) は比較例の発光ダイオードの配光特性を示すグラフ図である。

なお、比較例の発光ダイオードとしては、樹脂パッケージ 66 の平断面が俵型であるもの、すなわち、回転放物面 80a, 80b の断面を半円になるように形成し、それぞれの端部を直線で結んだ形状を有するものを用いた。そして、これら 2 つの発光ダイオードについて、同一の電氣的条件で発光させた場合のシミュレーションを行った。

図 10 (A)、(B) において、原点からの距離は光度を表し、Y 軸 (光軸) に対する

角度は配光角度を表している。ここで、実線で示す配光特性において、Y軸に対する角度とは、光軸から $\alpha$ 方向へ傾く角度を表しており、点線で示す配光特性において、Y軸に対する角度とは、光軸から $\beta$ 方向へ傾く角度を表している。

発光ダイオードの光軸方向に60cm離れた距離で、一辺が50cmの正方形領域を照射するときには、 $62^\circ$ 以上の配光角度が必要となる。それに対応させて、発光ダイオードの軸上光度を比較するとともに配光角度が $62^\circ$ の方向での光度を比較した。

軸上で比較すると、比較例の素子の光度は1.18であるのに対し、本実施形態の素子の光度は1.21であり、本実施形態の素子では約2.5%の光度の向上が認められた。また、配光角度が $62^\circ$ の方向では、比較例の素子の光度が0.72であるのに対し、本実施形態の素子の光度は0.78であり、本実施形態の素子では約8%の光度の向上が認められた。このように、特に、光軸から離れた範囲の輝度を向上させることができた。また、比較例の光度比は61%であるのに対して本実施形態の光度比は64%となった。このように、本実施形態では、配光範囲が広がるとともに、所定範囲を均一に照射することができる。

なお、本発明は前記実施の形態に限定されるものではなく、例えば、樹脂パッケージを直方体状に形成したものや、直方体状の台座部の先側に凸レンズを形成したりしても本発明を適用することができる。また、使用するサブマウント（ツェナーダイオード）の極性を変更することにより、第1フレームをn電極、第2フレームをp電極とすることも可能である。

また、第1フレームと第2フレームは、複数設けてもよく、これによって、3以上の半導体発光素子を用いた場合にも本発明を適用することができる。

#### （第6の実施形態）

図11（A）は、本発明の第6の実施形態における発光ダイオードの平面図であり、（B）は、同発光ダイオードの断面図である。

図11に示すように、発光ダイオード91は、プリント配線基板92に搭載された半導体発光素子93と、半導体発光素子93を覆う透光性の樹脂パッケージ94とを備えている。

プリント配線基板92は、矩形に形成され、両端部に電極パターン98、99を形成している。

プリント配線基板92の表面には、非貫通の凹部95が形成されている。凹部95は、

円形の底面 9 6 と、底面 9 6 の周囲に形成された回転放物面である曲面 9 7 とを有している。回転放物面の中心線は、底面 9 6 の中心を通過し、プリント配線基板 9 2 の法線方向に平行に配置されている。凹部 9 5 の底面 9 6 および曲面 9 7 には、例えば、酸化チタン等の反射材を含有した絶縁性の白色塗料（反射性塗料）が塗布されている。

プリント配線基板 9 2 の電極パターン 9 8, 9 9 は、プリント配線基板 9 2 の両端部から凹部 9 5 内に伸びてプリント配線基板 9 2 の長手方向の両側に対向配置されている。電極パターン 9 8, 9 9 は、Cu のエッチングパターンに Ni / Au めっき処理を行うことにより得られたものである。このような製法を行うことにより、ワイヤボンディング性の保持と表面実装時のリフローはんだ付け性の保持との両立が図られている。

半導体発光素子 9 3 は、プリント配線基板 9 2 の表面に設けられた電極パターン 9 8 上にサブマウント素子 1 0 0 を介してダイボンディングにより接続されている。詳しくは、サブマウント素子 1 0 0 は、底面 9 6 のうちの一方に寄せて設けられ、その上に、サブマウント素子 1 0 0 の上面よりも小さい下面を有する半導体発光素子 9 3 が、その中心が底面 9 6 の中心にくるように設けられている。そして、サブマウント素子 1 0 0 の上面のうち半導体発光素子 9 3 が搭載されていない領域には、ワイヤボンディング領域が設けられている。

電極パターン 9 9 は、半導体発光素子 9 3 を挟んで、サブマウント素子 1 0 0 におけるワイヤボンディング領域の反対側に配置されており、ワイヤは、半導体発光素子 9 3 の表側を通過して、電極パターン 9 9 とサブマウント素子 1 0 0 とを接続している。

なお、表側の面とは、プリント配線基板 9 2 のうち凹部 9 5 が設けられた面をいう。

ワイヤは細いので、大部分の光が、半導体発光素子 9 3 から出射することができる。なお、図 1 1 (A) に二点鎖線および斜線で示すように、電極パターン 9 9 を底面 9 6 上のサブマウント素子 1 0 0 のワイヤボンディング領域に隣接する位置まで延長して形成し、ワイヤをこの延長部分に接続すると、半導体発光素子 9 3 から出射される光がワイヤによって邪魔されなくなり、半導体発光素子 9 3 から表側に出射される光を増加させることができる。

本実施形態では、半導体発光素子 9 3 がプリント配線基板 9 2 の凹部 9 5 内に配置しているので、半導体発光素子 9 3 から出射された光が、プリント配線基板 9 2 の裏側に漏れることを防止できる。

樹脂パッケージ 9 4 は、例えば透明エポキシ等の樹脂からなり、プリント配線基板 9 2

の凹部 95 内で半導体発光素子 93 の全体および電極パターン 98, 99 の一部を覆って固化した基部と、プリント配線基板 92 の表面よりも表側に突出して配置され、半導体発光素子 93 から側方に出射された光を表側に全反射させるように表側に向かって徐々に拡形した曲面 101 を有する拡形部 102 とを備えている。

曲面 101 は、回転放物面である第 1 の曲面を形成し、プリント配線基板 92 の凹部 95 に形成された曲面 97 は、第 2 の曲面を形成している。曲面 101 の基端は、曲面 97 の表側端部に接続されている。

樹脂パッケージ 94 の表面の外周部には、半導体発光素子 93 の光軸に直交する環状平面部 103 が形成され、環状平面部 103 の内側には配光範囲を調整する調整用凹部 104 が形成され、さらに調整用凹部 104 内には、半導体発光素子 93 の光軸と同じ光軸を有する凸レンズ部 105 が形成されている。

凸レンズ部 105 の先端部には、円状平面部 106 が形成され、この円状平面部 106 は、環状平面部 103 と同じ平面上に配置されている。すなわち、凸レンズ部 105 は、調整用凹部 104 から突出しない状態で設けられている。また、円状平面部 106 は、正面から見たときに、矩形の半導体発光素子 93 の全周が含まれる大きさに形成されている。調整用凹部 104 は、凸レンズ部 105 の外周縁と、環状平面部 103 の内周縁を接続する凹状曲面部 107 とを有している。

次に、発光ダイオード 91 の製造方法について説明する。

まず、プリント配線基板 92 の表面を、曲面 97 の形状に合わせたビットで切削し、次にめっきやエッチング処理等により電極パターン 98, 99 を形成する。そして、凹部 95 の底面 96 および曲面 97 に絶縁性の白色塗料を塗布する。

次いで、電極パターン 98, 99 に半導体発光素子 93 を搭載するが、この手順については、従来の発光ダイオードの製造手順と同じであるため、説明を省略する。

樹脂パッケージ 94 の製造には、トランスファーモールド用金型を使用する。この場合、プリント配線基板 92 の表側および裏側に移動可能な対となる金型と、曲面 101 を成型するために両側方にスライド移動する金型とを使用する。スライド金型を用いることにより、曲面 101 が裏側に突出している形状でも製造を行うことができる。

次に、発光ダイオード 91 の使用状態について説明する。

発光ダイオード 91 は、面実装型の装置として使用できる。半導体発光素子 93 から光軸方向に出射された光のうちの一部は、円状平面部 106 から外側に出射され、そのまま

直進する。また、凸レンズ部 105 のうちの周面に到達した光は、光軸方向の半径方向に対する内側に屈折して、凸レンズ部 105 から外側に出射される。なお、凸レンズ部 105 および凹状曲面部 107 は、凸レンズ部 105 から外側に出射された光が凹状曲面部 107 に再び入射しないような形状で形成されている。

半導体発光素子 93 から側方に出射された光は、曲面 97 または曲面 101 に到達する。ここで、曲面 97 および曲面 101 は回転放物面であり、半導体発光素子 93 から出射された光の入射角がほとんど  $40^\circ$  以上となるように設計されている。このとき、樹脂の材質を変更した場合には、その樹脂の屈折率に合わせて全反射角を調整するために、半導体発光素子の位置を変更すればよい。

光を他の部材に当てて反射させると、界面で乱反射した光が他の部材に吸収され、反射効率が悪くなるので、樹脂の表面で全反射させて反射させた方が効率がよい。一方、樹脂パッケージ 94 の側面に対する光の入射角が小さくなると、光が外側に透過してしまい、反射効率は極端に低下してしまう。

本実施の形態では、2種類の曲面 97、101 を設けている。そして、半導体発光素子 93 から曲面 101 へ入射する光は、曲面 97 に入射する光より大きな入射角で入射するので、曲面 101 に入射する光は効率よく全反射される。それに対し、半導体発光素子 93 から斜め後方（裏側方向）に出射されて曲面 97 に入射する光の入射角は、 $40^\circ$  未満と小さくなるが、曲面 97 はプリント配線基板 92 に設けられた凹部の側面に接して形成されているので、光が曲面 97 から外側に放出されることなく効率よく反射される。また、半導体発光素子 93 から後方（裏側方向）に出射された光は、底面 96 や電極パターン 98、99 の表面で表側に反射される。

また、本実施の形態においては、凹部 95 の底面 96 上にサブマウント素子 100 を介して半導体発光素子 93 を搭載したので、半導体発光素子 93 の発光面の位置を表側に移動させることができるため、曲面 101 に入射する光量を多くすることができ、より効率よく光を反射させることができる。

また、樹脂パッケージ 94 の基部が凹部 95 に嵌入して形成されているので、樹脂パッケージを基板上に平面状に形成した場合より剥離強度を増加させることができる。

#### （第 7 の実施の形態）

図 12（A）は、本発明の第 7 の実施形態において、発光ダイオードの樹脂パッケージを形成する前の平面図であり、（B）は同発光ダイオードの樹脂パッケージを形成する前

の側断面図である。

本実施形態の発光ダイオード１１８では、第６の実施形態の発光ダイオード９１と比較して電極パターンの構成とワイヤの配置のみが異なり、その他の構成は同様である。

発光ダイオード１１８では、プリント配線基板１１９の凹部１２０の側面を構成する曲面（第２の曲面）１２５に、電極パターン１２１、１２２と同じ材料の金属を被覆して反射面１２３が設けられている。

電極パターン１２１は、プリント配線基板１１９の一端部を覆い、凹部１２０内の曲面１２５の略半周を覆い、さらに凹部１２０内の底面１２４の略半分を覆って形成されている。また、電極パターン１２２は、プリント配線基板１１９の他端部を覆い、凹部１２０内の曲面１２５の略半周を覆い、さらに凹部１２０内の底面１２４の略半分を覆って形成されている。凹部１２０内の電極パターン１２１、１２２は、短絡しない程度の少しの隙間をあけて形成されている。

半導体発光素子９３はサブマウント素子１００上に搭載され、サブマウント素子１００は、電極パターン１２１にダイボンディングにより接続され、電極パターン１２２にワイヤボンディングにより接続されている。ワイヤは、サブマウント素子１００のダイボンディング領域に隣接する位置に接続され、半導体発光素子９３から表側に出射される光を邪魔しないように配置されている。なお、これ以外の構成は第６の実施形態と同様であるので説明を省略する。

本実施形態では、反射面１２３が設けられていることにより、電極と反射面を兼用させ、光の反射率と製造効率を向上させることができる。

#### 産業上の利用可能性

本発明の発光ダイオードは、輝度が高く、均一な発光が可能である点、構成部材がリードフレーム等の保持部材から剥離しにくい点、高密度実装や微細化が可能である点、素子をどの方向に搭載しても同じ条件での発光が可能である点で、産業上の利用可能性は高い。

## 請求の範囲

1. リードフレームの表面上に搭載された少なくとも1つの半導体発光素子と、前記半導体発光素子を覆う光透過性の樹脂パッケージとを備えた発光ダイオードであって、

前記樹脂パッケージは、

前記リードフレームの基部を覆う台座部と、

前記台座部に対して前記半導体発光素子の主光取り出し面側に設けられ、前記半導体発光素子から出射された光を表側に全反射させることができる第1の曲面を側面として有する拡形部と、

前記拡形部と前記台座部との間であって、その平断面が、前記台座部の平断面の最大値より小さく形成された縮形部と

を備える、発光ダイオード。

2. 前記樹脂パッケージの表面部には、前記半導体発光素子から出射された光を表側に集光する凸レンズ部が設けられ、前記凸レンズ部のうち前記凸レンズ部の光軸と交差する部分には、前記半導体発光素子から出射された光を側方に拡げる拡散部が形成されている、請求項1に記載の発光ダイオード。

3. 前記拡散部は、平面状に設けられている、請求項2に記載の発光ダイオード。

4. 前記凸レンズ部のうち前記拡散部の側方を囲む部分は凸レンズ側面部であって、

前記凸レンズ部の側方を囲む部分には、前記凸レンズ側面部を側壁の一部とする凹部が設けられている、請求項2に記載の発光ダイオード。

5. 前記拡形部における前記第1の曲面は、前記半導体発光素子の光軸を中心とする円弧を含む平断面を有している、請求項1に記載の発光ダイオード。

6. 前記半導体発光素子は複数設けられ、

前記拡形部における前記第1の曲面は、前記半導体発光素子の光軸を中心とする円弧を接続した平断面を有している、請求項1に記載の発光ダイオード。

7. 前記拡形部における前記第1の曲面は、回転放物面を含む、請求項1に記載の発光ダイオード。

8. 前記リードフレームの一部は、前記樹脂パッケージから突出し、

前記台座部は、前記リードフレームが突出する方向で前記縮形部より突出し、

前記リードフレームが突出する方向に直交する方向では、前記台座部の裏側の端部の幅が、前記縮形部の表側の端部の幅と同じである、請求項1に記載の発光ダイオード。

9. 前記半導体発光素子は、前記リードフレーム上にサブマウント素子を介して搭載されている、請求項1に記載の発光ダイオード。

10. 前記半導体発光素子には、蛍光体が印刷されている、請求項1に記載の発光ダイオード。

11. 前記半導体発光素子は複数設けられ、

前記半導体発光素子は、前記リードフレームが突出する方向に対して直交する方向に並べて配置されている、請求項1に記載の発光ダイオード。

12. 前記リードフレームはGull-Wing状に屈曲している、請求項1に記載の発光ダイオード。

13. 前記凸レンズ部の光軸は、前記半導体発光素子の光軸と同じである、請求項2に記載の発光ダイオード。

14. 前記凸レンズ部は、前記樹脂パッケージの表面のうち最も表側に位置する領域よりも突出しない状態で設けられている、請求項2に記載の発光ダイオード。

15. 前記半導体発光素子は複数設けられ、

前記凸レンズ部は、前記半導体発光素子ごとに設けられている、請求項2に記載の発光ダイオード。

16. 前記半導体発光素子として、赤、緑および青のそれぞれの色に発光する3つが少なくとも設けられている、請求項1に記載の発光ダイオード。

17. 同じ色の光を発する複数の前記半導体発光素子が設けられ、

前記半導体発光素子は、p型電極とn型電極とを有し、

前記リードフレームは、前記p型電極に接続され、平面視して、前記樹脂パッケージから突出する端子対を有する第1フレームと、前記n型電極に接続され、平面視して、前記樹脂パッケージから突出する端子対を有する第2フレームとを備え、

前記第1フレームにおける前記端子対は、前記樹脂パッケージの中心に対して点対称に配置され、前記第2フレームにおける前記端子対は、前記樹脂パッケージの中心に対して点対称に配置されている、請求項1に記載の発光ダイオード。

18. 前記第1フレームにおける前記端子対は一体的に設けられ、

前記第2フレームにおける前記端子対は、前記第1フレームを挟んで互いに離間して設けられている、請求項17に記載の発光ダイオード。

19. 前記第1フレームにおける前記端子対のそれぞれの先部は、前記第2フレームにお



ける前記端子対の先部のうちのそれぞれと平行になるように配置され、

前記半導体発光素子は、前記第 1 フレームにおける前記端子対の先部および前記第 2 フレームにおける前記端子対の先部と直交する方向に並べて配置されている、請求項 17 に記載の発光ダイオード。

20. 前記第 1 フレームは、前記半導体発光素子の裏面を固定した素子固定部を有し、さらに、前記第 1 フレームにおける前記端子対は、前記素子固定部の両端から、前記素子固定部の長手方向に直交する方向においてそれぞれ逆方向に突出し、

前記第 2 フレームにおける前記端子対のそれぞれの基部を前記素子固定部に近接させて、先部を前記第 1 フレームにおける前記端子対にそれぞれ平行に配置する、請求項 17 に記載の発光ダイオード。

21. 前記第 2 フレームにおける前記端子対のそれぞれの前記基部は、前記樹脂パッケージの内部で、隣接する前記第 1 フレームにおける前記端子対のそれぞれに近づく方向に屈曲して形成されている、請求項 20 に記載の発光ダイオード。

22. プリント配線基板の表面上に搭載された少なくとも 1 つの半導体発光素子と、前記半導体発光素子の表側を覆う光透過性の樹脂パッケージとを備えた発光ダイオードであって、

前記樹脂パッケージは、前記半導体発光素子から側方に出射された光を表側に全反射させることができる第 1 の曲面を側面として有する拡形部を有し、

前記半導体発光素子は、前記プリント配線基板に設けられた凹部内に搭載されている、発光ダイオード。

23. 前記プリント配線基板における前記凹部の側面は表側に向かって拡形しており、

前記樹脂パッケージのうち前記凹部の側面に接する部分は、第 2 の曲面となっている、請求項 22 に記載の発光ダイオード。

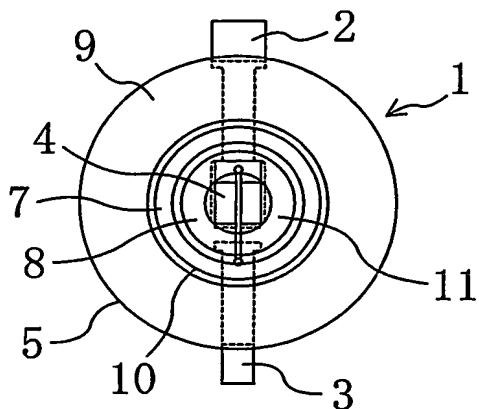
24. 前記第 1 の曲面における裏側の端部は、前記第 2 の曲面における表側の端部と接続されている、請求項 23 に記載の発光ダイオード。

25. 前記プリント配線基板における表面上のうちの一部には金属からなる電極が設けられており、

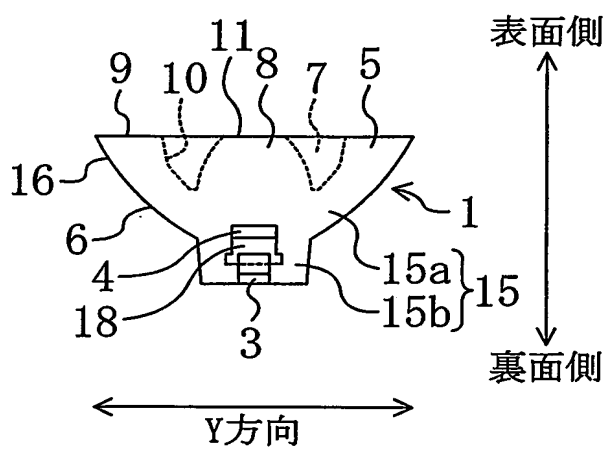
前記樹脂パッケージにおける前記第 2 の曲面と前記プリント配線基板との間には、前記電極と同じ金属からなる膜が介在している、請求項 23 に記載の発光ダイオード。

Fig. 1

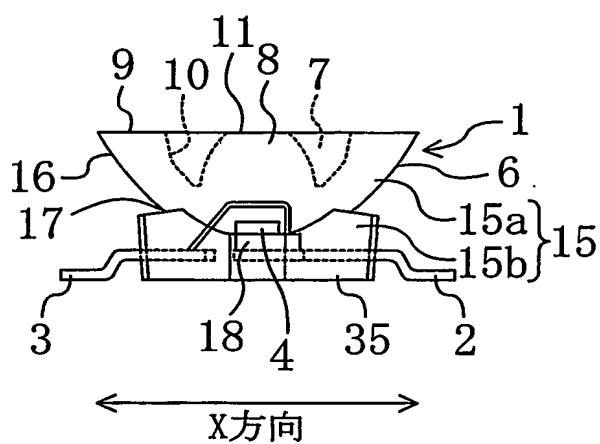
(A)



(B)



(C)



(D)

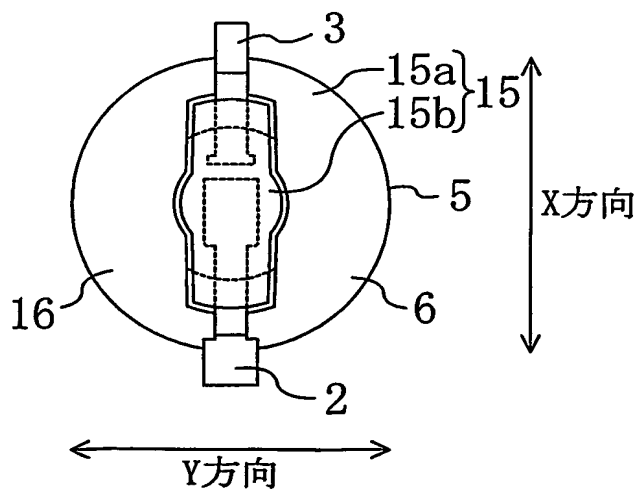
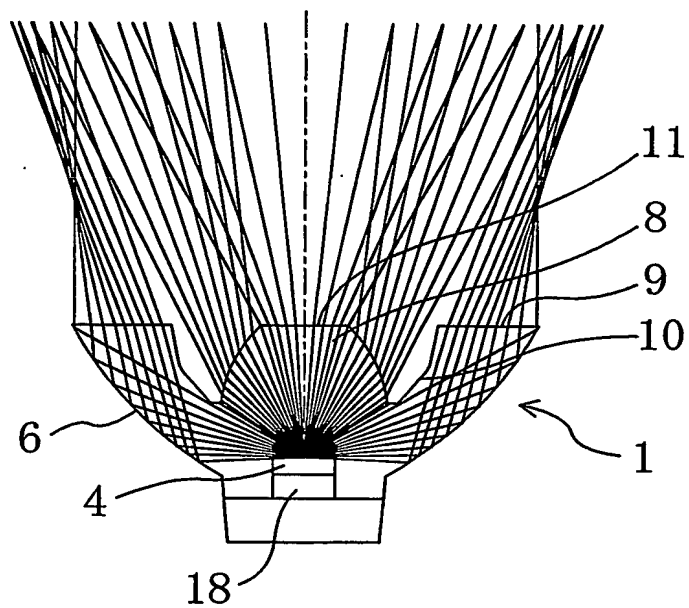


Fig. 2

(A)



(B)

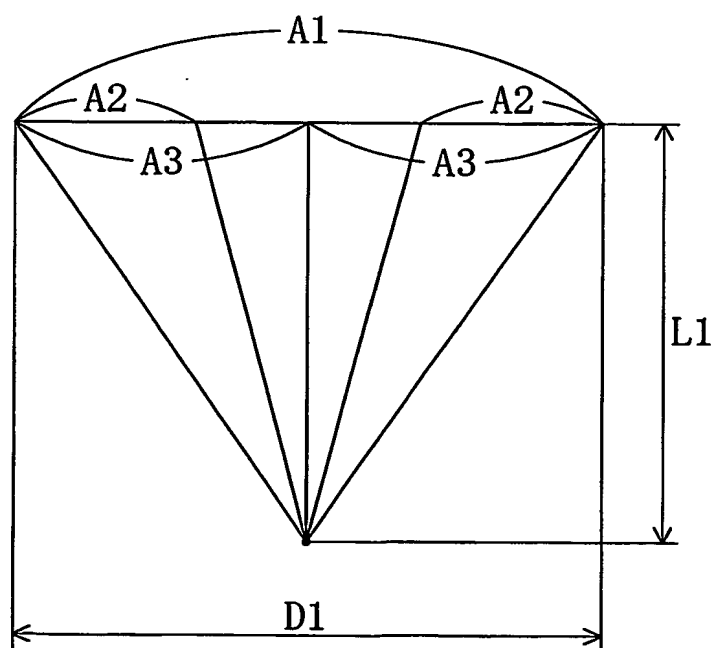
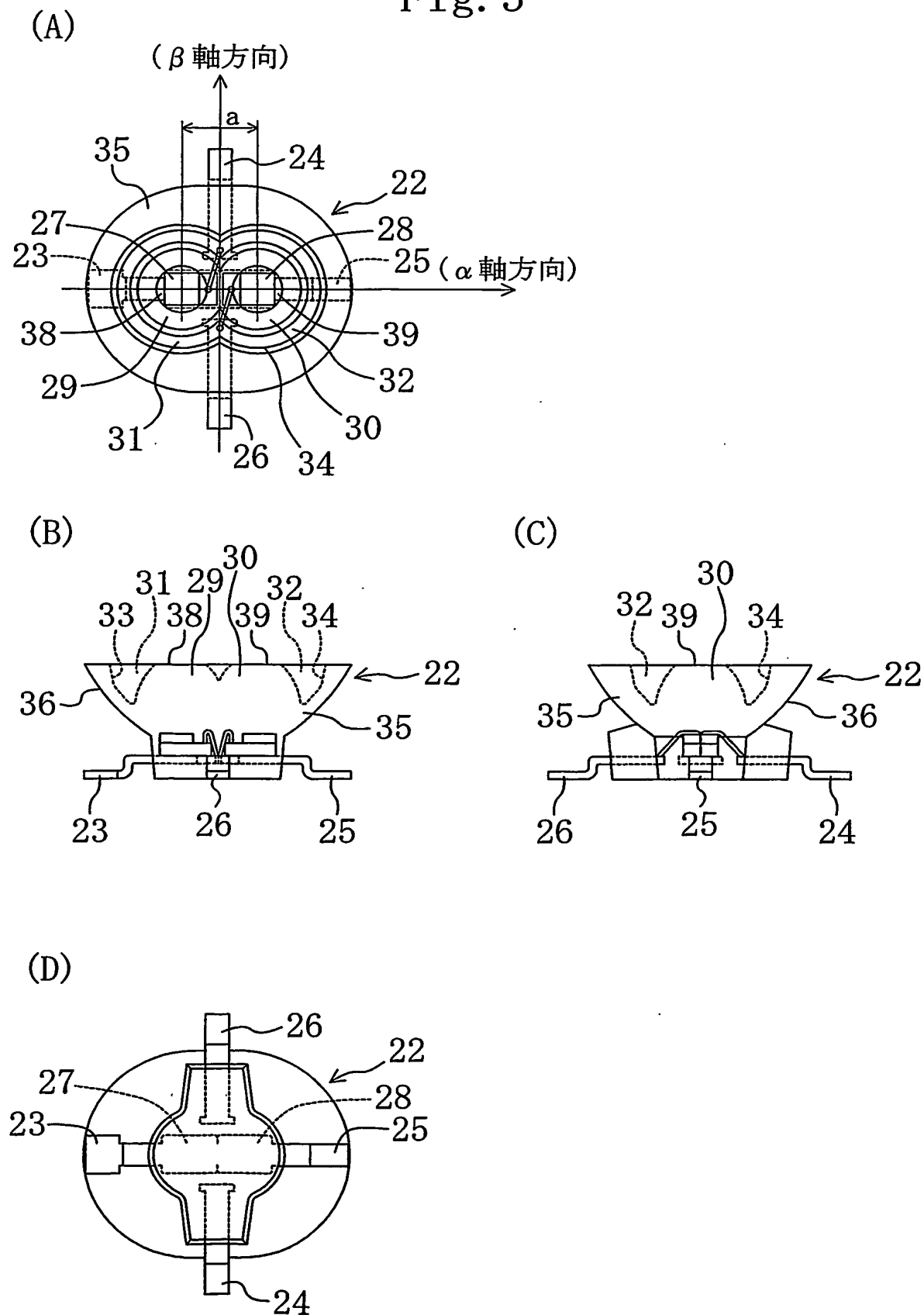


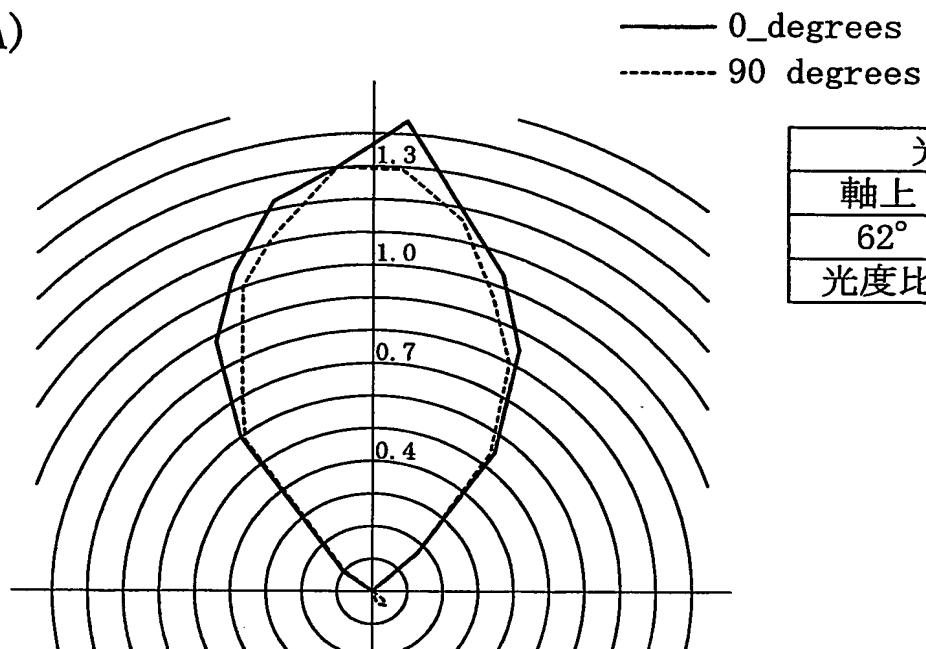
Fig. 3



4 / 9

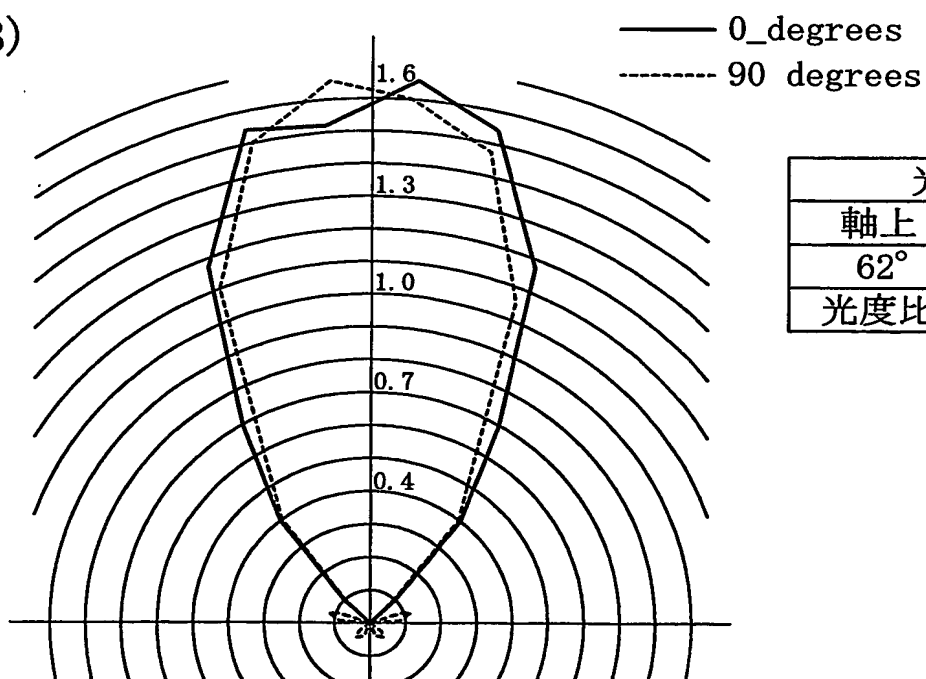
Fig. 4

(A)



光 度	
軸上	1.32
62°	0.82
光度比	62%

(B)

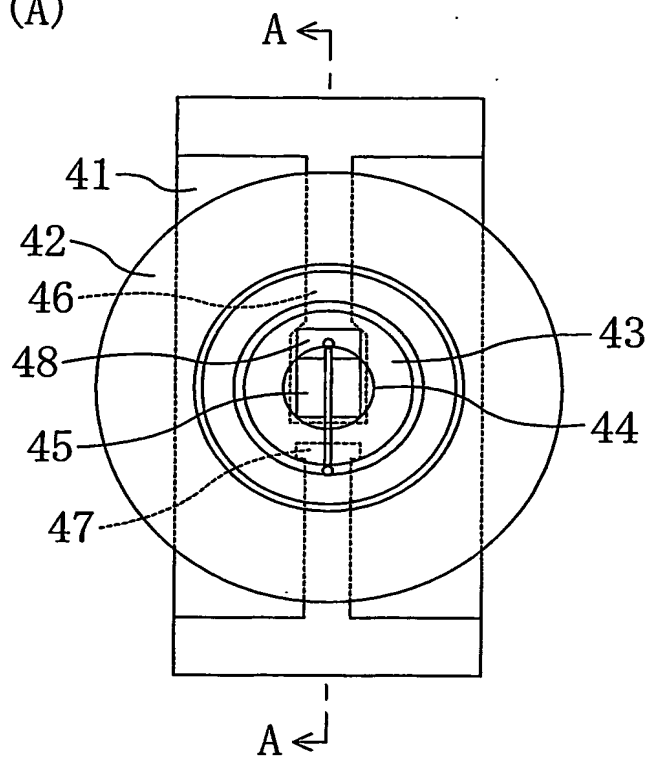


光 度	
軸上	1.6
62°	0.71
光度比	44%

5 / 9

Fig. 5

(A)



(B)

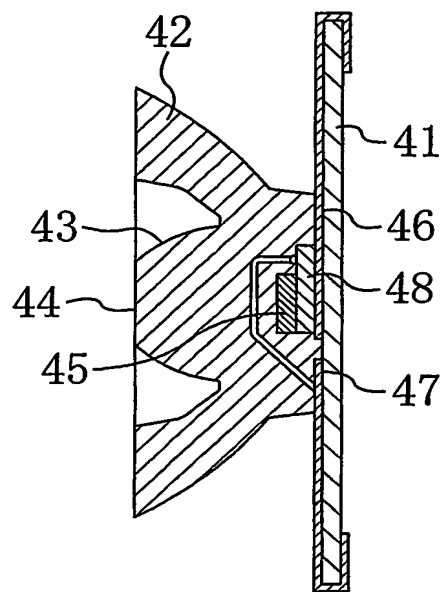
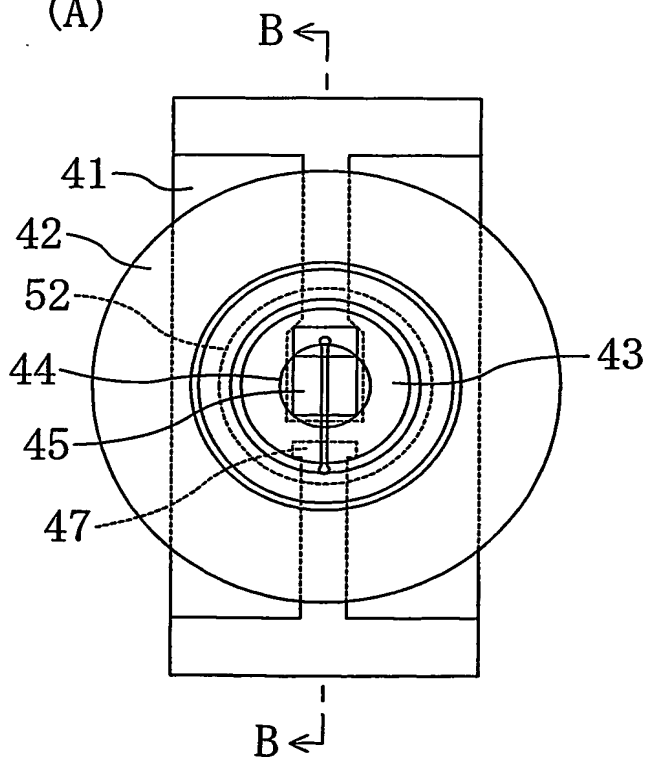


Fig. 6

(A)



(B)

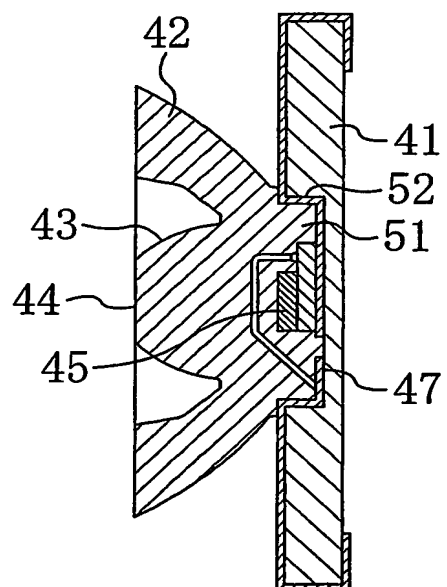


Fig. 7

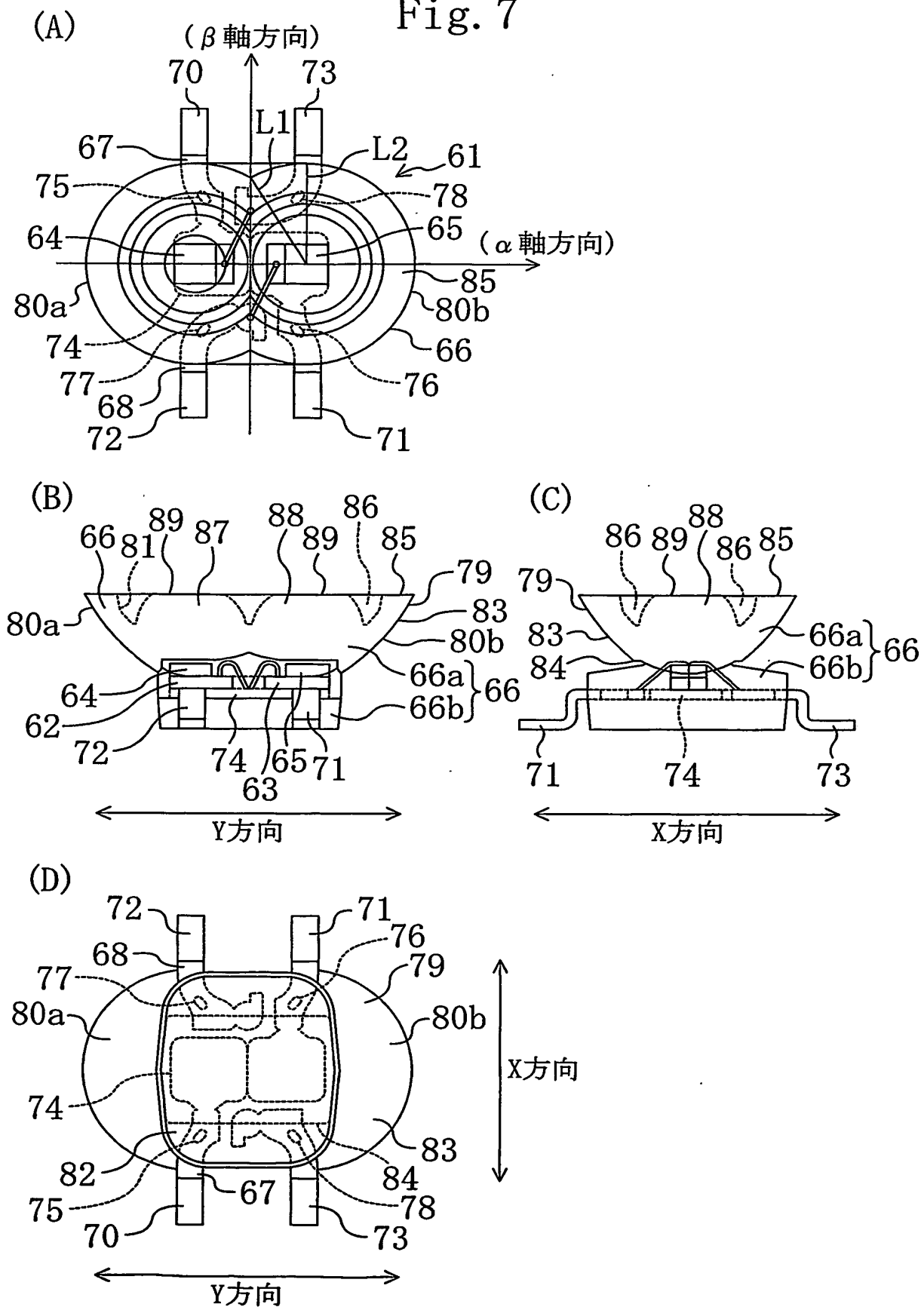


Fig. 8

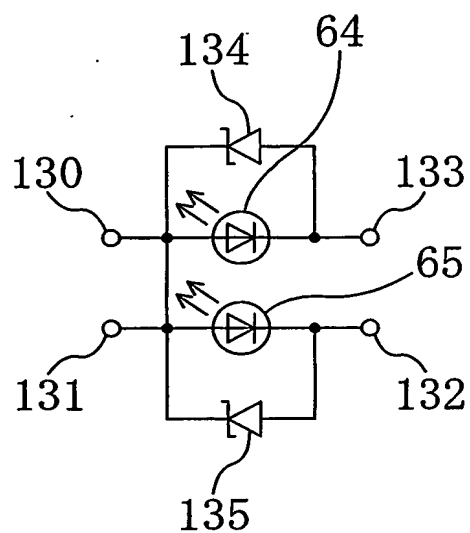
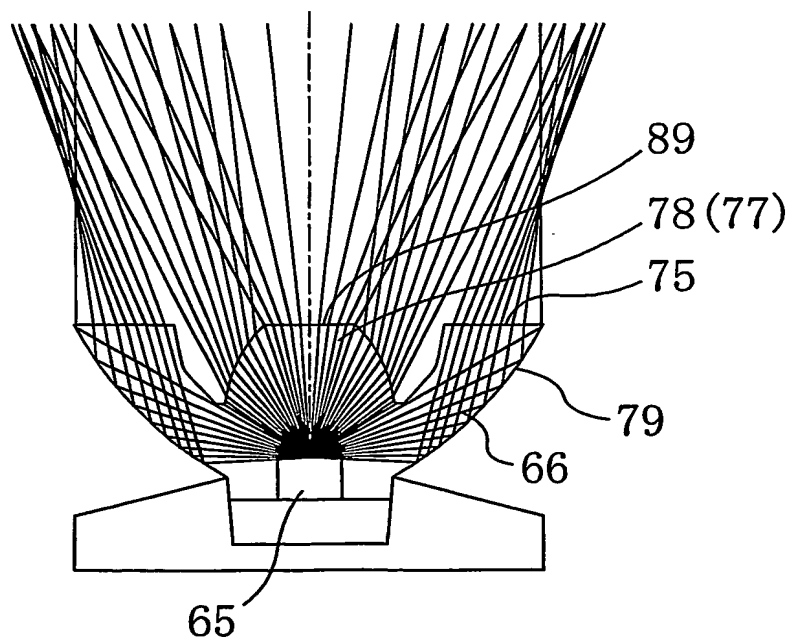


Fig. 9

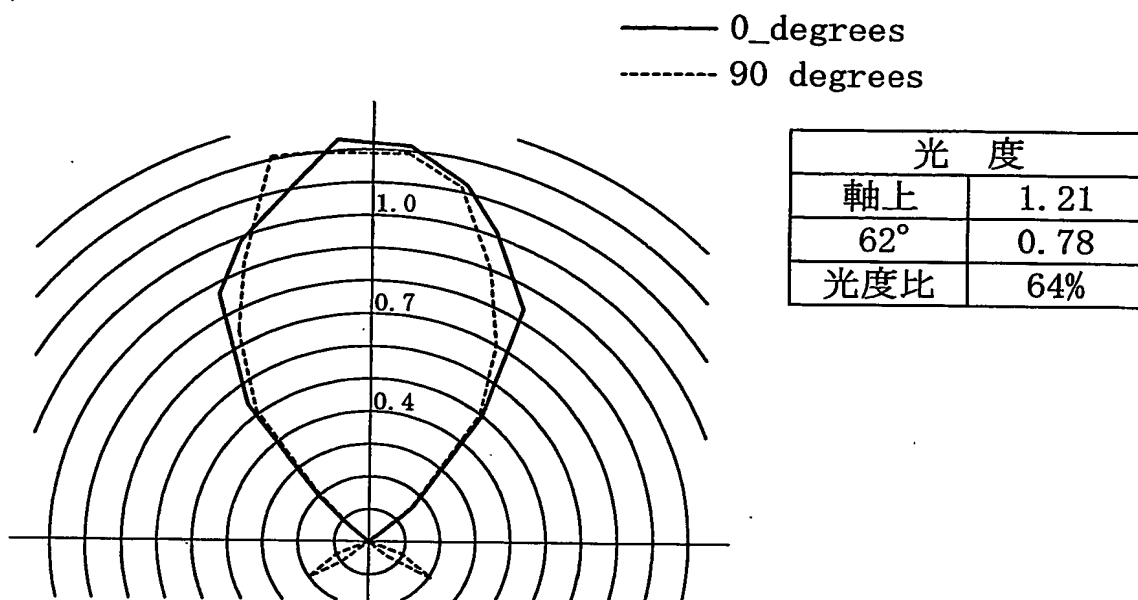




8 / 9

Fig. 10

(A)



(B)

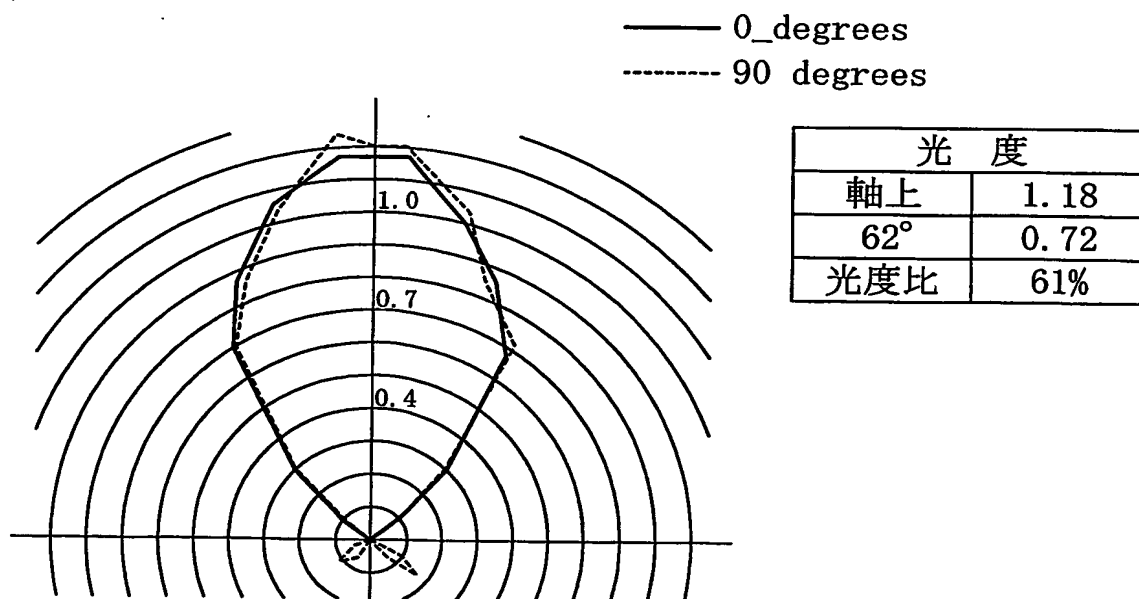


Fig. 11

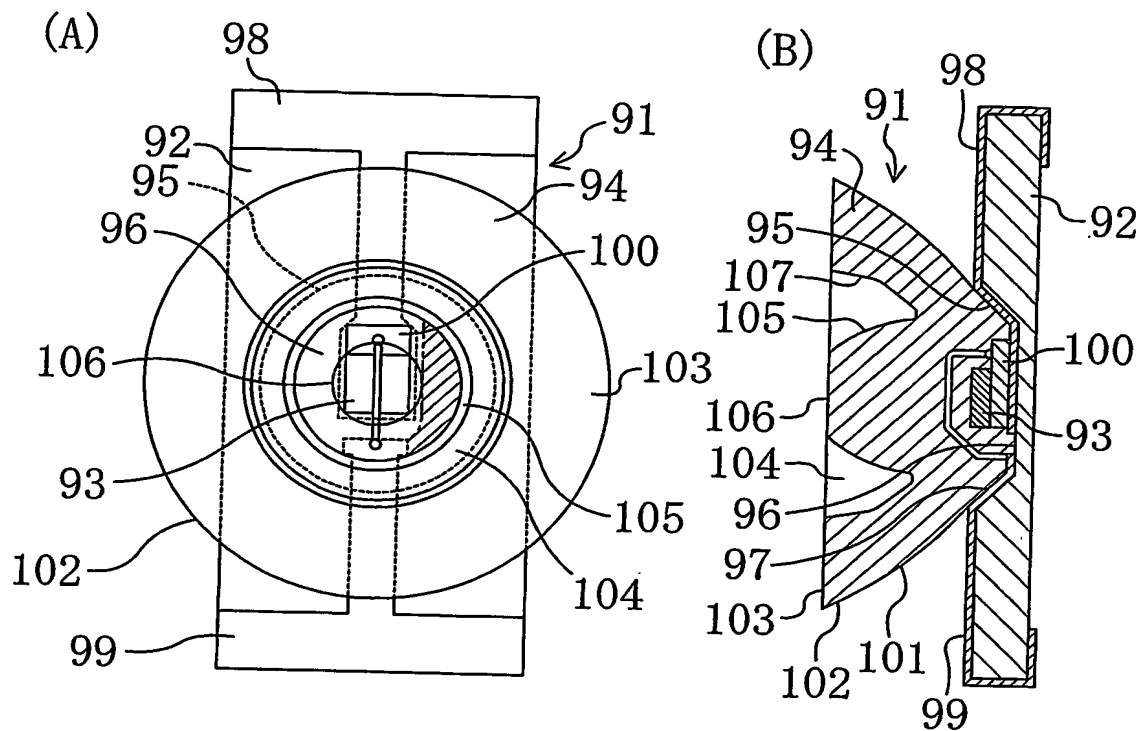
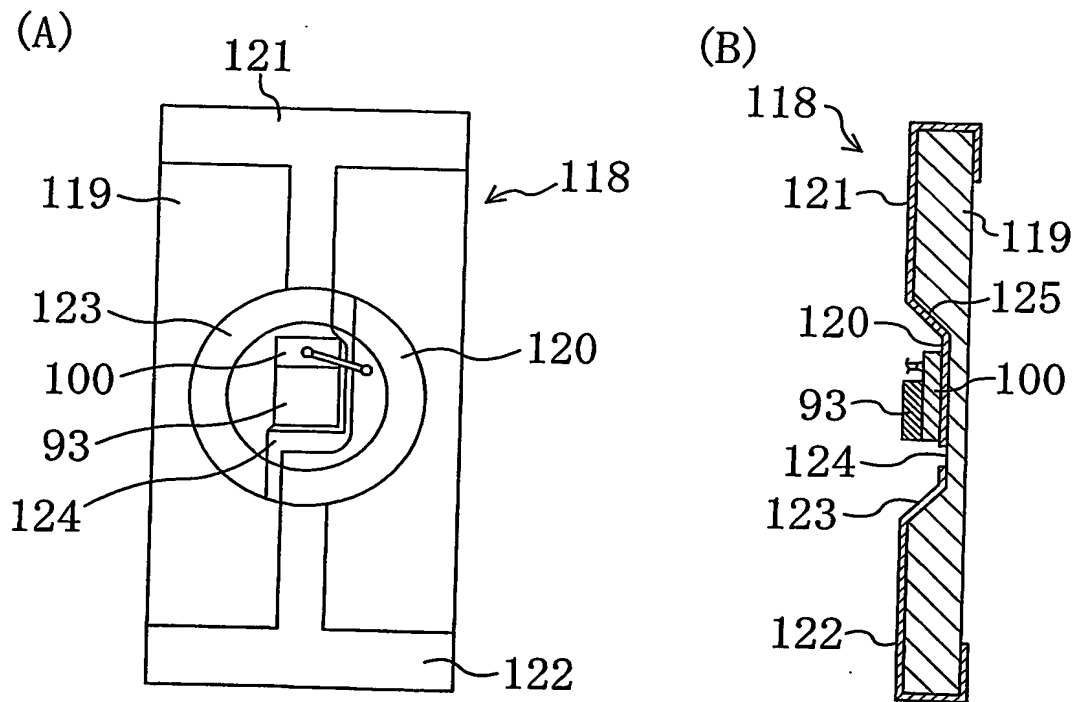


Fig. 12



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/JP03/14048

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> H01L33/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int.Cl<sup>7</sup> H01L33/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 11-26647 A (Sharp Corp.), 29 January, 1999 (29.01.99), Full text; all drawings (Family: none)	22-25
X	JP 11-112036 A (Sharp Corp.), 23 April, 1999 (23.04.99), Full text; all drawings (Family: none)	22-25
X	JP 11-298048 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 29 October, 1999 (29.10.99), Full text; all drawings (Family: none)	22-24

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family
---	--

Date of the actual completion of the international search  
05 February, 2004 (05.02.04)

Date of mailing of the international search report  
17 February, 2004 (17.02.04)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/14048

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2001-185763 A (Toshiba Electronic Engineering Corp., Toshiba Corp.), 06 July, 2001 (06.07.01), Full text; all drawings (Family: none)	1-21
Y	US 5485317 A (SOLARI UDINE S.P.A.), 16 January, 1996 (16.01.96), Full text; all drawings & JP 7-58362 A & EP 635744 A & IT 93501654 A	1-21
Y	JP 62-73563 U (Seiwa Electric Mfg. Co., Ltd.), 11 May, 1987 (11.05.87), Full text; all drawings (Family: none)	2,3,14
Y	JP 2002-141558 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 17 May, 2002 (17.05.02), Par. No. [0006]; Fig. 3 (Family: none)	6,11,15
Y	JP 11-121809 A (Matsushita Electronics Corp.), 30 April, 1999 (30.04.99), Full text; all drawings (Family: none)	9
Y	JP 2002-303867 A (Sony Corp.), 18 October, 2002 (18.10.02), Par. No. [0026]; Fig. 1 (Family: none)	10
Y	WO 01/29904 A (Obschestvo S Ogranichennoi Otvetstvennostiju "Korvet-Lights"), 26 April, 2001 (26.04.01), Full text; all drawings & AU 3084600 A & JP 2003-512727 A	16
Y	JP 11-167805 A (Kyocera Corp.), 22 June, 1999 (22.06.99), Par. Nos. [0008] to [0012]; Figs. 1, 2 (Family: none)	17-21

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H01L33/00

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H01L33/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2004年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2004年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	J P 11-26647 A (シャープ株式会社) 1999. 0 1. 29, 全文, 全図 (ファミリーなし)	22-25
X	J P 11-112036 A (シャープ株式会社) 1999. 0 4. 23, 全文, 全図 (ファミリーなし)	22-25
X	J P 11-298048 A (松下電工株式会社) 1999. 1 0. 29, 全文, 全図 (ファミリーなし)	22-24

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

05.02.04

国際調査報告の発送日

17.2.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)  
 郵便番号100-8915  
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

土屋 知久



2K

8826

電話番号 03-3581-1101 内線 3253

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	J P 2001-185763 A (東芝電子エンジニアリング株式会社, 株式会社東芝) 2001. 07. 06, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-21
Y	US 5485317 A (ソラリ・ウディーネ・ソチエタ・ペル・アチオニ) 1996. 01. 16, 全文, 全図 & J P 7-58362 A & E P 635744 A & I T 93501654 A	1-21
Y	J P. 62-73563 U (星和電機株式会社) 1987. 05. 11, 全文, 全図 (ファミリーなし)	2, 3, 14
Y	J P 2002-141558 A (松下電器産業株式会社) 2002. 05. 17, 【0006】, 図3 (ファミリーなし)	6, 11, 15
Y	J P 11-121809 A (松下電子工業株式会社) 1999. 04. 30, 全文, 全図 (ファミリーなし)	9
Y	J P 2002-303867 A (ソニー株式会社) 2002. 10. 18, 【0026】, 図1 (ファミリーなし)	10
Y	WO 01/29904 A (オブシェストボ エス オグラノチエノイ オトヴェツトヴェノスチウ " コルヴェトーライツ" ) 2001. 04. 26, 全文, 全図 & AU 3084600 A & J P 2003-512727 A	16
Y	J P 11-167805 A (京セラ株式会社) 1999. 06. 22, 【0008】-【0012】, 図1, 図2 (ファミリーなし)	17-21